

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

NELSON AUGUSTO DO NASCIMENTO JÚNIOR

**Efeito da casca de mandioca no controle da podridão radicular causada por
Phytophthora sp. em mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) var. Rosinha em
ambiente irrigado**

Rio Largo

2015

NELSON AUGUSTO DO NASCIMENTO JÚNIOR

**Efeito da casca de mandioca no controle da podridão radicular causada por
Phytophthora sp. em mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) var. Rosinha em
ambiente irrigado**

Defesa de Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Proteção de Plantas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Edna Peixoto da Rocha Amorim

Rio Largo

2015

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Maria Helena Mendes Lessa

N244e Nascimento Júnior, Nelson Augusto do.
Efeito da casca de mandioca no controle da podridão radicular causada por *Phytophthora* sp. em mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) var. Rosinha em ambiente irrigado / Nelson Augusto do Nascimento Júnior. – Rio Largo, 2015.
82 f. : il.

Orientadora: Edna Peixoto da Rocha Amorim.
Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Mandioca - Doença. 2. Podridão da raiz. 3. *Phytophthora* sp .
4. Doenças e pragas – Controle. 5. Cascas de mandioca – Utilização.
5. Irrigação. I. Título.

CDU: 632.25:635.23

Folha de Aprovação

NELSON AUGUSTO DO NASCIMENTO JÚNIOR

Efeito da casca de mandioca no controle da podridão radicular causada por *Phytophthora* sp em mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Cratnz) var. Rosinha em ambiente irrigado

Tese submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 26 de agosto de 2015

Prof^a Dr^a Edna Peixoto da Rocha Amorim, Universidade Federal de Alagoas
(Orientadora)

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Juliana Paiva Carnáuba Ramos, Instituto Federal de Alagoas
(Examinador Externo)

Prof.^a. Dr.^a. Edilene Maria da Silva Moraes Santos
(Examinador Externo)

Prof^a Dr^a Ligia Sampaio Reis, Universidade Federal de Alagoas
(Examinador Interno)

*Ao irmão de coração **IZAEL OLIVEIRA SILVA**,
exemplo de vida, superação e coragem de vencer os
desafios que o destino lhe impôs.*

HOMENAGEM

*Aos meus filhos **FELIPE E GABRIELA**
Amores da minha vida*

*A minha esposa **FÁTIMA**
Pelo seu imenso e verdadeiro amor*

*Aos meus pais **LUZIA MÁRCIA e NELSON NASCIMENTO**
Pelo amor, carinho, formação e lições de vida*

*À minha segunda Mãe **IRENE VIEIRA**
Pelo amor e por cuidar de min*

*Às minhas irmãs **OTHELINA E KARYNNE**
Aos meus cunhados e cunhadas **ADERSON, JAMIL, FÁBIO, IVALTER, DEMÉTRIO,
ASSIS, JOSÉ CARLOS, MARCELO, PAULO, LUISA, RITA, ADRIANA, JOELMA,
ADRIANA, EDNA, SOCORRO, CARMINHA, CÉLIA***

*Aos meus sobrinhos e sobrinhas **DUDA, MALU, PEDRO, MATHEUS, MARCELI,
MARCELINHO, THIAGO, PAULINHO, KÉSSIA, KARLINHA, MATHEUS FRED,
ALICIA, JOÃO PAULO, JOÃO PEDRO, MIGUEL, BELINHA E ANDREI***

Por ser a família que eu sempre quis.

DEDICO

*“Leve na sua memória, para o resto da vida, as coisas boas que surgiram nas dificuldades.
Elas serão uma prova de sua capacidade, e lhe darão confiança diante de qualquer
obstáculo.”Chico Xavier.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por ser o vento que sopra a vela do barco que orienta e fortalece o meu rumo, dando-me sabedoria e confiança num oceano de conhecimentos;

À Universidade Federal de Alagoas, ao Centro de Ciências Agrárias e ao Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas pela oportunidade de realização do curso;

Ao Instituto Federal de Alagoas campus Satuba pela oportunidade em realizar o curso;

À minha orientadora, em especial, Prof^a Dr^a Edna Peixoto da Rocha Amorim, pela orientação, atenção, amizade, credibilidade, ensinamentos e apoio para realização desse trabalho;

À Prof^a Juliana Paiva Carnaúba Ramos, Instituto, pela contribuição ao realizar as correções e pelas sugestões;

Ao Dr^a Edilene Maria da Silva Moraes Santos, pela contribuição ao realizar as correções e pelas sugestões;

Aos Profs. Drs, Iraildes Pereira Assunção e Gaus Silvestre de Andrade, pela oportunidade, apoio e paciência;

Ao Prof. Dr. Paulo Vanderlei Ferreira, pela amizade, ensinamentos e objetividade nos projetos de vida;

Ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, pelos ensinamentos;

Aos funcionários da Secretaria do Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas Geraldo de Lima, Marcos Antônio Lopes e Michele Cristina, pela atenção e convivência;

Aos amigos Izael Silva, Rui Silva, Quitéria dos Santos, Jair Tenório, Clemens Fortes, Maria Lausane, Manoel Elion, Alexandre Guimarães, pela amizade, cooperação e apoio;

Aos amigos que fazem parte do Laboratório de Fitopatologia, em especial, Dayse Rocha, David Vitor, Roasângela, Jardel, Cristiane, Izael Silva, Erika, pela amizade, conviência e apoio;

A todos os colegas e amigos da pós graduação,

Aos meus estagiários Petrônio, Heloísa e Jonas, pelo apoio e confiança;

Aos meus amigos de trabalho, em especial, Ramildo Alves, Barros, Orlando, André, Osvaldo, Mário, Auxiliadora, Adeilton, Álvaro, Claudivan e Nadja, Ariádne., Elizabeth, Cida, Aderbal, Isnaldo, Josiane, Adalberon, Rubem Iêdo Teodoro, Valter, Madalena e Rafael pela amizade e convívio;

E a todos que de alguma maneira contribuíram para realização desse trabalho.

RESUMO

A mandioca é uma das culturas agrícolas mais consumidas no mundo, perdendo apenas para o milho e trigo. Originária das regiões tropicais está adaptada a solos de baixa fertilidade e com restrição a disponibilidade hídrica. A sua principal utilidade está na alimentação humana e animal, sendo suas raízes tuberosas consumidas *in natura* ou processadas para fabricação de farinha e fécula, muito apreciadas nos pratos típicos e regionais nas regiões Norte e Nordeste do país. A Nigéria é o maior produtor mundial. O Brasil recentemente vem ocupando a quarta posição, ficando atrás de Indonésia e Tailândia. No cenário nacional destacam-se o Pará, o primeiro em produção de mandioca e farinha e o Paraná, com a fécula. A Bahia é o maior produtor, sendo Alagoas o 7º em área cultivada e o segundo em produtividade na região nordeste. O uso de irrigação em cultivos de mandioca de mesa contribui para um bom desenvolvimento nos cinco primeiros meses dessa planta, entretanto quando mal dimensionada em áreas infestadas por *Phytophthora sp* ocasionam perdas, tendo como principais sintomas causados na planta o murchamento e secamento da parte aérea e o apodrecimento mole das raízes adultas. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar o efeito da incorporação da casca de mandioca (CM) no controle da podridão radicular causada por *Phytophthora sp*. em mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) var. Rosinha em ambiente irrigado. Foram realizados dois experimentos no Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL): No primeiro observou-se a patogenicidade do isolado; avaliou-se o efeito do extrato bruto aquoso da casca da mandioca (EB de CM) sobre o crescimento de *Phytophthora sp. in vitro* e avaliou-se o efeito da incorporação de casca de mandioca moída (CMM) no controle da *Phytophthora sp*. em mandioca de mesa (*M. esculenta*) var. Rosinha sob diferentes lâminas de irrigação (Li) em casa de vegetação, determinando-se o percentual de plantas sem sintomas (%PSS), matéria seca da raiz (MSR), matéria total (MST) e a eficiência de uso de água (EUA); em plantas com 42 dias de idade cultivadas em vasos com solo infestado. No segundo foi utilizado os resultados obtidos das doses de CMM e da Li do primeiro experimento em relação ao tratamento químico e não tratado, na condição de solo infestado e não infestado avaliando-se o efeito da incorporação da CMM sobre o desenvolvimento da planta e sobre o controle da podridão radicular na fase enraizamento da mandioca de mesa, a nível de campo. no IFAL-Campus Satuba, avaliando-se a matéria fresca e seca das raízes (MFR e MSR), matéria seca total, altura de planta, número de raízes e índice de colheita.

Palavras-chave: Infestação. Apodrecimento. Raiz. Irrigação.

EFFECT OF CASSAVA PEEL ON ROT ROOT CONTROL CAUSED BY *Phytophthora* sp. IN SWEET CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) var. ROSINHA IN IRRIGATED ENVIRONMENT.

ABSTRACT

Cassava is one of the most consumed crops around the world, behind only of corn and wheat. Originate from tropical regions and adapted to low fertility soils and water availability. Its main utility is on human and animal feeding, being its roots consumed *in natura* or processed for flour and starch manufacture, very appreciated on typical and regional dishes of regions North and Northeast of Brazil. Nigeria is one of the world's largest producer, and recently Brazil has been ranking fourth, below Indonesia and Thailand. In Brazil, Pará stands out being the number one on production of cassava and its flour and Parana ranks in the manufacture of starch. Bahia is the largest producer, whilst Alagoas ranks 7th in cropped area and second in productivity on northeast region. The use of irrigation on sweet cassava crops contributes to the good development during the first five months of this plant, although when badly dimensioned on infested areas *Phytophthora* sp cause loses, being wilting and drying the main symptoms caused in the shoot system and the soft rot on mature roots. The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of cassava's peel in the control of rot root caused by *Phytophthora* sp. on sweet cassava (*Manihot esculenta* Crantz) var. Rosinha in irrigated environment. Were performed two experiments at the Plant Pathology Laboratory on the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas: In the first it was observed the pathogenicity of the isolated and was evaluated the effect of the cassava peel's aqueous crude extract in the growth of *Phytophthora* sp. *in vitro* in the determination of the dose of cassava peel's aqueous crude extract under the environment capable of inhibit the pathogen mycelial growth; were evaluated the effect of the addition of the ground cassava peel on the control of *Phytophthora* sp. in sweet cassava (*M. esculenta*) var. Rosinha under different irrigation blades in greenhouse in the percentage of plants with no symptoms, root dry matter, total matter and water use efficiency; in 42 days old plants cultivated in pots with infested soil. In the second experiment it was used the results obtained from the doses of CM and Li from the first experiment in relation to the chemical treatment and non treated under the condition of infested and non infested soil evaluating the effect of ground cassava peel incorporation in the growth and control of root rot during the sweet cassava's rooting (*M.*

esculenta), to field level, at IFAL - Satuba Campus, under fresh matter and dry root, dry matter, plant height, number of roots and harvest index.

Key Words: Infestation. Rotting. Root. Irrigation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Aspectos gerais da <i>Phytophthora</i> sp.: aspecto da colônia com o halo enzimático (A-B), estruturas reprodutivas (esporângios) (C-D).....	46
Figura 2 -	Raiz de mandioca com aspecto de podridão, com crescimento cottonoso de coloração clara (A) e podridão escurecida e seca com degradação da parede (B).....	47
Figura 3 -	Plantas de mandioca apresentando sintomas da doença: morte apical e amarelecimento das folhas mais baixas (A), murcha apical (B) e murcha geral da planta (C).....	48
Figura 4 -	Efeito do percentual de extrato bruto da casca de mandioca (EBCM) no percentual de inibição micelial (PIC).....	49
Figura 5 -	Efeito global da casca de mandioca (CM) e lâmina de irrigação (Li) no percentual de plantas sadias (PSS).....	51
Figura 6 -	Efeito da Lâmina de irrigação (Li) no percentual de plantas sem sintomas (PSS), na ausência da aplicação de casca de mandioca (CM).....	52
Figura 7 -	Efeito da interação entre Li (mm) e CM (%) sobre MSR (g).....	54
Figura 8 -	Efeito da CM (%) sobre MSR (g) na Li30mm.....	54
Figura 9 -	Efeito da Li (mm) sobre a MSR (g) nas concentrações de 10% de CM (A) e a 15% de CM (B).....	55
Figura 10 -	Efeito Li (mm) sobre a MST (g).....	56
Figura 11 -	Efeito Li (mm) na EUA (g mm ⁻¹).....	57
Figura 12 -	A casca da mandioca.....	67
Figura 13 -	Etapas do experimento: detalhe da área experimental (A), sistema de irrigação (B), plantio de mandioca (C) e suspensão de infestação (D)....	70
Figura 14 -	Efeito do TS e da CS na MFR: (A), MSR: (B) e MST: (C)	73
Figura 15 -	<i>Trichoderma</i> sp: (A) e <i>Rhizopus</i> sp: (B) encontrados em solos com incorporação de CM.....	74
Figura 16 -	Podridão radicular: Podridão em raízes jovens: (A); podridão em raízes maduras:(B-D) e re-isolamento do patógeno: aspecto da colônia (E), clamidóspors (G) e esporângios (H).....	75

Figura 17 - Efeito do TS (A) e da CS (B) no NR.....	76
Figura 18 - Efeito do TS (A) e da CS (B) no IC.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análise de variância do efeito da casca de mandioca (CM) e lâmina de irrigação (Li) sobre o plantas sem sintomas (PSS), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e eficiência de uso de água (EUA).....	50
Tabela 2 -	Equações dos desdobramentos de Li (mm) dentro de CM (%) para o %PSS.....	53
Tabela 3 -	Composição da análise da CM.....	71
Tabela 4 -	Análise química do solo pH, V e macronutirentes.....	71
Tabela 5 -	Efeito do tratamento do solo (TS) e da condição do solo (CS) na MFR (g), MSR (g), MST (g), NR, AP (cm) e IC (%).....	72

LISTA DE SIGLAS

Siglas	Descrição
AP-	Altura de planta
CM-	Casca de mandioca
EUA-	Eficiência de uso de água
IC-	Índice de colheita
MSR-	Matéria seca da raiz
MST-	Matéria seca total
NR-	Número de raízes
PIC-	Porcentagem de inibição de crescimento micelial
PSS-	Plantas sem sintomas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Origem e importância da cultura da mandioca.....	19
2.2 A podridão radicular: sintomas, características do patógeno e controle.....	21
2.3 Manejo de irrigação na mandioca.....	23
2.4 O resíduo orgânico no controle da podridão.....	25
REFERÊNCIAS.....	29
3. CONTROLE DA PODRIDÃO RADICULAR DA MANDIOCA(<i>Phytophthora</i> sp.) COM RESÍDUO ORGÂNICO E INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO.....	37
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	38
3.1 INTRODUÇÃO.....	39
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.2.1 Local dos Experimentos.....	41
3.2.2 Isolamento e manutenção do isolado.....	41
3.2.3 Teste de patogenicidade e reisolamento.....	41
3.2.4 Efeito de extrato bruto de casca de mandioca (EBCM) sobre o desenvolvimento de <i>Phytophthora</i> sp.....	42
3.2.4.1 Obtenção do extrato bruto aquoso da casca da mandioca (EBCM).....	42
3.2.4.2 Avaliação do efeito do EBCM sobre o desenvolvimento de <i>Phytophthora</i> sp.....	42

3.2.5	Efeito da incorporação da casca de mandioca no controle da podridão radicular (<i>Phytophthora</i> sp) em mandioca de mesa var. Rosinha em diferentes níveis de irrigação.....	43
3.2.5.1	Preparação da casca de mandioca, incorporação no solo e plantio das manivas...	43
3.2.5.2	Cálculo da lâmina de irrigação.....	44
3.2.5.3	Infestação do solo e determinação das plantas sem sintomas.....	44
3.2.6	Análise dos dados.....	45
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
3.3.1	Identificação do isolado.....	46
3.3.2	Teste de patogenicidade e reisolamento.....	47
3.3.3	Efeito do extrato bruto de casca de mandioca sobre o desenvolvimento de <i>Phytophthora</i> sp.....	48
3.3.4	Efeito da incorporação da casca de mandioca no controle podridão radicular causada por <i>Phytophthora</i> sp em mandioca de mesa var. rosinha em diferentes níveis de irrigação.....	50
3.3.5	Plantas sem sintomas (PSS).....	51
3.3.6	Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e eficiência de uso de água (EUA).....	53
3.4	CONCLUSÕES.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
4.	EFEITO DA INCORPORAÇÃO DA CASCA DE MANDIOCA NO CONTROLE DA PODRIDÃO RADICULAR CAUSADA POR <i>Phytophthora</i> sp. NA FASE DE TUBERIZAÇÃO DA MANDIOCA DE MESA VAR. ROSINHA EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....	63
	RESUMO.....	63

ABSTRACT	64
4.1 INTRODUÇÃO	65
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
4.2.1 Local do experimento.....	67
4.2.2 Preparação da casca de mandioca e preparo do solo nos vasos.....	67
4.2.3 Manejo de irrigação.....	68
4.2.4 Infestação do solo e determinação da incidência da doença.....	69
4.2.5 Delineamento experimental e análise dos dados.....	69
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4.3.1 Análise geral dos dados.....	71
4.3.2 Matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST).....	72
4.3.3 Número de raízes (NR) e índice de colheita (IC).....	74
4.4 CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	79

1. INTRODUÇÃO GERAL

No mundo, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), tornou-se uma cultura de grande interesse pela sua rusticidade e adaptação em relação ao clima e solo. Suas raízes são a principal fonte de energia de baixo custo para milhões de pessoas, e suas folhas podem ser utilizadas como fonte de proteínas e aminoácidos na alimentação humana e animal (CONAB, 2013). Considerada como um cultivo de subsistência a raiz rica em carboidrato (o amido), pode ser consumida cozida (mandioca mansa) ou processada na forma de farinha e fécula (mandioca brava), podendo ser utilizada como alternativa de biocombustível, plásticos biodegradáveis, processamento de carnes, na produção de massas, produtos têxteis e amidos modificados. (CONAB, 2013 e CAMARGO FILHO; ALVES, 2004)

A mandioca é o sexto maior alimento cultivado pelo homem e a mais consumido no mundo. Possui um grande impacto social envolvendo uma grande mão-de-obra que vai do plantio ao beneficiamento (OTSUBO et al, 2002). Entretanto, enfrenta muitos desafios, principalmente no emprego de técnicas que possibilitem aumentar a produção de raízes, processamento e comercialização. Batista et al (2009), relatam como exemplo, o estado de Alagoas, que além desses desafios, precisa aumentar a produção de um dos subprodutos de maior valor agregado, a fécula, visto que cerca de 70% da produção é beneficiada em Sergipe e Pernambuco.

O cultivo dessa planta é realizado por propagação vegetativa, utilizando-se pedaços de caule (manivas), sendo uma prática realizada por muitos agricultores em várias regiões do mundo. Isso gera problemas na disseminação de doenças e pragas, proporcionado por variedades sensíveis a essas variáveis. Outro problema é o cultivo recorrente na mesma área ou fora da época de cultivo, que possibilita o aparecimento da podridão radicular provocada pelo oomiceto do gênero *Phytophthora* sp. Fukuda; Otsubo (2003) revelam, que na região Nordeste, as perdas de produtividade nas áreas de maior ocorrência dessa doença, ficam em torno de 30% .

Todas as medidas de controle recomendadas são preventivas, não existe recomendação para o controle curativo dessa doença e a eliminação total do patógeno em áreas com solos infestados é praticamente impossível. Entretanto, é possível obter a redução da população de *Phytophthora* sp. com medidas de controle integradas, todavia, todos os métodos de proteção do campo para evitar a contaminação por esse oomiceto requerem alto investimento e nenhum garante o sucesso do cultivo agrícola. Segundo Blok et al. (2000) a utilização de compostos orgânicos, constituem uma alternativa eficiente no controle de fitopatógenos veiculados pelo

solo, uma vez que melhoram as características físico-químicas do solo, induzindo a supressividade a fitopatógenos. Os autores atribuíram os resultados à produção de metabólitos tóxicos, a composição e atividade da microbiota e as características físicas e químicas dos substratos, que dependem de fatores como: espécie vegetal, idade, condições de cultivo e tipo de tecido vegetal.

A mandioca é uma cultura muito sensível no período de enraizamento, sendo importante irrigar nos primeiros noventa dias onde ocorre o início da tuberização. Oliveira et al (1982) explicam que quando há deficiência hídrica entre o segundo e o sexto mês de cultivo, as perdas na produção de raízes ficam em torno de 60%. Alves (2006) explica que nessa fase as raízes iniciam o processo de acúmulo de amido, por isso é interessante observar, a ocorrência da interferência da umidade na relação solo-patógeno-raiz. Uma vez que, o controle do volume de água a ser aplicado e o sistema de irrigação podem apresentar benefícios ou prejuízos em relação ao aparecimento de doenças radiculares na cultura da mandioca (RIBEIRO et al., 2013).

Dessa maneira, têm-se dois tratos culturais envolvidos que podem interferir na interação desses fatores, a incorporação de resíduos orgânicos e o controle da umidade do solo através da irrigação. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do extrato bruto de casca de mandioca em diferentes concentrações, sob o desenvolvimento de *Phytophthora* sp. e avaliar o efeito da incorporação da casca de mandioca, com aplicação de lâminas de irrigação sobre o controle da podridão radicular da mandioca.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem, importância da cultura e da mandioca

A mandioca, também conhecida como macaxeira ou aipim, consumida mundialmente por milhares de pessoas, pertencente a ordem Malphigiales, família Euphorbiaceae, gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz responde também pelo sinônimo de *Manihot utilíssima* Pohl, eficiente na produção de carboidratos em condições de baixa precipitação pluviométrica e solos com pouca fertilidade, sendo suas raízes a principal parte consumida dessa cultura (NASSAR, 2006; NASSAR; ORTIZ, 2007). Segundo Leon, 1977¹ Apud CREPALDI (1992), a mandioca é originária de regiões tropicais, destacando-se o Sudeste da Ásia, a África e a América Tropical como lugares da sua domesticação.

Em 2013 foram produzidas 281.718.000 toneladas de mandioca em todo o mundo, sendo o Brasil o quarto produtor mundial de mandioca com 21.449.000 toneladas, ficando atrás da Nigéria, maior produtor, Indonésia e Tailândia (maior produtor de fécula). No Brasil, as regiões Norte e Nordeste possuem os maiores volumes de produção e a maior área cultivada, sendo as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, as de maiores rendimentos agrícolas. O estado do Pará é o maior produtor nacional de raiz de mandioca, seguido de Paraná, Maranhão e Bahia. CONAB (2013)

Em Alagoas a mandioca desenvolve-se bem no agreste do estado, em alguns municípios da zona da mata e do litoral norte, entretanto a primeira se destaca por apresentar uma maior quantidade de produtores, sendo responsável por cerca de 70% da produção do estado, tendo como destaque os municípios de Arapiraca, São Sebastião e Campo Alegre. Em 2013, o estado de Alagoas obteve a sétima colocação na produção de mandioca com 240.448 toneladas e a segunda colocação em produtividade com 13,36 t.ha⁻¹ superando os estados de maior produção dessa raiz e a média do Nordeste brasileiro (CONAB, 2013).

O ciclo da mandioca pode variar de 6 a 24 meses de cultivo, mas comercialmente é 12 a 18 meses para o beneficiamento de farinha e fécula e entre 8 a 10 meses para as de mesa, sendo propagada vegetativamente por pedaços de caule (manivas) (ALVES, 2006). A condição climática ideal está na faixa ótima de temperatura entre 20 °C e 27 °C, podendo se

¹ LÉON, J. Origin, evolution na early dispersal of root and tuber crops. In: Symposium of the international society for tropical roots crops., p. 20-36, 1977.

estabelecer em ambientes com temperaturas entre 16°C e 38°C; com precipitação entre 1000 a 1500 mm ano⁻¹, em regiões semi-áridas entre 500 e 700 mm ano⁻¹; altitudes de 600 a 800 metros acima do nível do mar; período de luz de 12 horas dia⁻¹ (SILVA; ANDRADE, 2011).

A variedade Rosinha, muito cultivada em Alagoas, possui um ciclo de vida entre 9 a 10 meses em sequeiro, podendo ser antecipado para 7 a 8 meses irrigada. Pode atingir três metros de altura, mantém o stand de plantas ao final do cultivo e produtividade em 21 t ha⁻¹ e com boa produção de ramas (DINIZ et al, 2009).

Apesar da rusticidade da mandioca aos fatores edafo-climáticos, ela produz bem em solos de boa fertilidade. Gomes; Leal (2003) recomendam para região dos tabuleiros costeiros solos com pH entre 5,5 a 7,0 com classe textural arenosa ou média e uma boa drenagem natural; o cultivo de sequeiro é realizado no início das chuvas e a colheita realizada de acordo com o ciclo de vida e utilização (mesa ou indústria) das variedades escolhidas.

A mandioca é uma planta que pode ser utilizada para o consumo humano, animal e industrial, estando essa vasta utilidade associado ao teor de ácido cianídrico (HCN) presente nas folhas e raízes classificando-as em mansa ou doce (<180mg kg⁻¹ de HCN), também conhecidas como macaxeira utilizada para o consumo *in natura*; intermediárias (180-300mg kg⁻¹) e amarga ou brava (>300mg kg⁻¹) essas duas últimas utilizadas para ração animal, produção de fécula, farinha e biocombustível (OLIVEIRA et al, 2012).

A maior utilidade da mandioca está na indústria alimentícia principalmente na produção de fécula destinada para o mercado de amido modificado, que além de atender a culinária regional em pães, tapiocas, beijus, bolinho de goma e pé-de-moleque; é um dos produtos da mandioca que mais emprega mão-de-obra e agrega um elevado valor no produto processado (LEONEL et al, 1998).

As variedades de mesa possuem consumo regional e estão associadas ao pequeno agricultor, sendo uma das principais características desse tipo de mandioca o tempo de cocção e a facilidade de ser esmagada e desfiada. Borges et al (2002) testaram 18 clones obtendo na média geral em torno de 24 minutos de tempo de cocção, sendo que o referencial é 30 minutos.

A produção de biocombustíveis pelo processamento das raízes de mandioca, vem mostrando que a mandioca pode se tornar uma alternativa na fabricação de etanol. Salla et al (2010) constataram que a mandioca apresentou um menor custo energético na produção de etanol comparado a cana de açúcar e o milho.

2.2 A podridão radicular: sintomas, características do patógeno e controle.

A mandioca é suscetível a várias doenças na parte aérea e nas raízes. Entre as doenças de parte aérea destacam-se as causadoras de manchas foliares como mancha parda (*Cercosporidium henningsii*), mancha branca (*Phaeoramularia manihotis*), antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *manihotis*) (SILVA; ANDRADE, 2011; MORAIS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013) e as que causam podridões nas raízes, cujos agentes são *Phytophthora* spp., *Pythium* sp., *Scybalidium* sp. e *Fusarium* sp., *Rosellinia* sp e *Diplodia* sp. (MASSOLA; BEDENDO, 2005).

A podridão radicular é um dos principais problemas que causam enormes perdas a cultura da mandioca, sendo de fundamental importância o conhecimento das condições edafoclimáticas da região do cultivo e o uso de técnicas apropriadas viáveis que possam ser adotadas pelo agricultor, para que possam ter um retorno econômico dentro de um sistema agrícola sustentável.

Os sintomas primários em plantas jovens são raízes fibrosas e necrosadas, e em plantas adultas as raízes apresentam uma coloração marrom e podridão mole que exsudam um líquido com mau cheiro. Sintomas secundários murcha, secamento das extremidades dos ramos, queda de folhas até a morte da planta (POLTRONIERI et al, 2001; MOURA; SILVA, 1997). Os sintomas ocorrem em reboleiras, tendo como fonte de inóculo restos culturais infectados que contribuem na infestação do solo e cultivos recorrentes sem rotação, onde o inóculo pode permanecer por um longo período (MASSOLA; BEDENDO, 2005).

O conhecimento e o controle dessa doença são de grande interesse para os continentes americano, africano e asiático, pois a mandioca e seus subprodutos são na maioria a única fonte de renda e alimentação para as populações desses continentes. Bergamin Filho et al (1995), realizaram uma revisão histórica sobre a fome irlandesa que aconteceu em 1845 (meados do século XIX) redução de 80% da produção da cultura da batata causando a doença chamada requeima, cujo o agente causal era o oomiceto chamado *Phytophthora infestans*, resultando na morte de dois milhões de pessoas, que tinham essa cultura com sua principal fonte de alimento.

No Brasil as perdas causadas pela podridão podem chegar a 30% na região Nordeste e a 50% no Norte do país, estando associada aos períodos mais chuvosos e com ciclo longo de cultivo dessa cultura (FUKUDA; OTSUBO, 2003; MORAIS et al, 2013;). Segundo Muniz et

al (2006) as perdas por podridão mole ocorre tanto na pré-colheita no campo ou na pós-colheita de raízes, sendo a *P. drechsleri* o principal patógeno associado a doença.

Alvarez; Llano (2002) relatam que existem sete espécies do gênero *Phytophthora* que provocam podridão nas raízes de mandioca tendo como destaque a *P. drechsleri*, *P. nicotianae* e *P. palmivora*, podendo chegar a 80% em áreas severamente infestadas.

Fukuda; Otsubo (2003), Gomes; Leal (2013), enfatizam que os agentes causais da doença de maior importância, tanto pela ocorrência geográfica, como pelas perdas por eles causados é o complexo formado por dois microrganismos habitantes do solo, *Phytophthora/Fusarium*, sendo que *Phytophthora* sp está mais adaptada a solos de elevada capacidade de retenção de água e pH alcalino, sendo mais incidente em plantas jovens e adultas, enquanto *Fusarium* sp. a períodos mais secos e solos ácidos, ocorrendo em plantas jovens. Dias; Oliveira (2012) encontraram resultados semelhantes em relação a podridão radicular em variedades cultivadas em solo infestado na Amazônia e viram que na associação *Phytophthora drechsleri* Tucker + *Fusarium* sp. as perdas foram de 42,9%, seguida por *P. drechsleri* de 38,1% e não infestado de 19,0%, durante o período chuvoso.

Waterhouse, 1963 *apud* Zentmyer, 1987² relataram que *P. drechsleri*, foi descrito pela primeira vez por Tucker 1935 como agente etiológico da podridão radicular mole em mandioca. Esse microrganismo pertence a classe dos Oomycetes, ordem Peronosporales, família Pythiaceae que produzem esporângios, que são estruturas em forma de saco cheios de zoósporos móveis, sendo muito eficientes para causar infecção em solos muito úmidos (FIGUEIRÊDO et al 1970). A formação de zoósporos pode ser influenciada por condições de crescimento.

Em relação ao controle dessa doença recomenda-se a adoção de cultivares resistentes; a utilização de manivas que possuem procedência confiável ou o seu tratamento através da imersão por 10 minutos numa suspensão de Fosetyl – Al (80%) na concentração de 2 g L⁻¹.

Segundo Michereff et al (2005), o uso do fungicida Fosetyl - Al no tratamento de solo e via foliar, e o Metalaxyl no tratamento de manivas, são os mais recomendados pela eficiência apresentada. Entretanto, o surgimento da resistência do patógeno é uma das desvantagens da utilização desses fungicidas, além disso à fitotoxicidade, os efeitos residuais, o espectro de ação, tem levado à procura de métodos alternativos de controle, tais como, uso de resíduos

² WATERHOUSE, G. M. Key to species of *Phytophthora* de Bary. **Mycological Papers**, 92 Kew, CMI, 1963, 220p.

orgânicos de origem animal ou vegetal, incorporados ao solo, para a ativação da supressividade biótica e abiótica.

Outros métodos de controle mais simples de serem adotadas pelos agricultores que interfiram na relação solo-água-planta-patógeno com a intenção de minimizar os efeitos do uso de fungicidas e diminuir os custos de produção da mandioca são: evitar utilizar maquinário e ferramentas providas de outras áreas de cultivo; realizar o plantio em solos com boa drenagem e em áreas de várzeas deve-se realizar a rotação de culturas na estação seca, com milho e arroz, incorporação de resíduos orgânicos com propriedades supressivas e o plantio em camalhões de 30 cm de altura (DIAS et al, 2013; MASSOLA; BEDENDO, 2005; FAO, 2010; ALVAREZ; LLANO, 2002, LOPES et al, 1978).

2.3 Manejo de irrigação na mandioca

A mandioca é considerada uma planta rústica, chegando a sobreviver em ambientes de baixa fertilidade e com pouca água disponível no solo mantendo a capacidade de assimilar e armazenar fotossintetizados nas raízes (TAFUR et al. 1997). Entretanto quando submetidas a deficiência hídrica, ocorre alterações fisiológicas na plantas principalmente hormonais que interferem no tamanho da folha, na transpiração e na absorção de gás carbônico influenciando no estabelecimento no campo nos cinco primeiros meses de cultivo (ALVES, 2006).

O planejamento de um cultivo de mandioca pode interferir desde a escolha da variedade mais indicada para região, época de plantio, tratos culturais até a colheita e comercialização. Batista et al (2009) identificaram que no agreste alagoano a maioria dos cultivos são de sequeiro e consorciados, sendo adubados com muita matéria orgânica, concentrados no período chuvoso entre abril a junho, resultando em rendimentos muito baixo. Nascimento; Xavier (2010) mostraram que a precipitação pluviométrica do estado de Alagoas apresentaram valores médios entre 700 a 1200mm ao ano, concentrados entre o inverno e primavera, ativando dessa maneira o ciclo de doenças dos patógenos veiculados pelo solo, proporcionado pelo aumento da umidade (SILVA; ANDRADE, 2011)

Porto et al (1989) e Alves (2006) observaram, que na mandioca a partir dos noventa dias após o plantio, início da tuberização, quando submetida ao estresse hídrico ocorre uma redução da matéria seca das raízes e na expansão das folhas; influenciando no acúmulo de amido nas raízes. Oliveira et al (1982) mostraram que há uma redução de 60% na produção de

raízes de mandioca atingindo a uma produtividade de 9,4 t ha⁻¹ quando comparado a condição de irrigação plena que foi de 24,0 t ha⁻¹.

A suplementação hídrica na fase inicial do desenvolvimento da planta proporcionou aumentos significativos na produção de mandioca, interferindo mais no diâmetro do que no comprimento da raiz, possibilitando um melhor rendimento na cocção nas variedades de mesa e acúmulo de amido para indústria além de antecipar a colheita. (TÁVORA et al, 1994)

No terceiro mês de cultivo da mandioca, fase em que as raízes começam a formar raízes tuberosas, a produtividade triplicou em condições irrigadas, quando comparadas ao cultivo em sequeiro, além de promover uma antecipação da colheita para alguns híbridos (ROCHA et al, 2013). Nesse mesmo trabalho a variedade de mesa Rosinha, muito cultivada em Alagoas, obteve um aumento de 27% no terceiro mês, 60% no sexto mês e 97% a mais na produtividade de raízes, em condições irrigadas em relação a de sequeiro, no oitavo mês de cultivo atingiu 25,63 t ha⁻¹, superando a média do estado que segundo a Conab (2013) foi de 13,36 t ha⁻¹.

Em relação ao comportamento de variedade para indústria, Lopes et al (2010) revelaram que a mandioca industrial possui um período de acúmulo de amido entre o 10º e o 14º mês, entretanto sob condições irrigadas a colheita pode ser a antecipada para 12º para o beneficiamento.

O volume de água e a frequência de irrigação são importantes em relação ao desenvolvimento de mandioca. Sena; Campos (1975)³ Apud Souza et al (2006) concluíram que não houve diferença na produção de raízes ao aplicar uma lâmina de 35mm em três frequências distintas a cada 10, 14 e 18 dias, recomendando a frequência de 14 dias. Bryla; Linderman (2007) testaram dois sistemas de irrigação localizada, gotejo e microaspersão, em solos infestados com *Phytophthora* e *Pythium* e observaram que o sistema de gotejamento intensificou a infecção das raízes devido a formação de um bulbo úmido favorecendo a movimentação de zoósporos e que a microaspersão seria o mais indicado por proporcionar uma menor incidência da doença.

Souza; Fialho (2003) explicam que irrigações mais frequentes provocam um desequilíbrio entre a parte aérea e o sistema radicular devido ao crescimento vegetativo elevado, recomendando aplicar uma lâmina entre 30 e 40mm a cada 15 dias, em condições de cerrado. Ribeiro et al (2013) ressaltam ainda que variedades de mesa irrigada durante todo seu

³ SENA, Z. F. de; CAMPOS, H. dos R. Frequência de irrigação no cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: Escola de agronomia da Universidade Federal da Bahia (Cruz das Almas, BA). **Projeto Mandioca**. Cruz das Almas Convênio UFBA/Brascan, 1975. p: 21-38 (EAUFBA. Série Pesquisa, 1)

ciclo apresentaram um tempo de cocção maior do que as que foram cultivadas em sequeiro. Rocha et al (2013) argumentam que quando se combina irrigação de alta frequência e adubação ocorre um aumento do crescimento vegetativo, além de reduzir a produção comercial de raízes devido também a ocorrência de podridão.

Odubanju et al (2011); Olanrewaju et al (2009) conduziram um experimento na África sobre o uso de água pela mandioca, concluindo que lâminas maiores elevam a eficiência de uso de água e que lâminas menores, utilizando sistema de irrigação localizada, podem proporcionar um melhor desempenho pela cultura quando há pouca disponibilidade hídrica na região podendo até ser aplicado 50 a 25% do total de água necessária, resultando numa economia e eficiência no uso de água.

2.4 O resíduo orgânico no controle da podridão

O solo é o principal meio onde ocorrem várias reações físico-químicas proporcionadas pelo intemperismo e interações biológicas responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes. Para existência de doenças radiculares é importante três componentes interagindo entre si, os quais são: hospedeiro susceptível (variedade cultivada), patógeno virulento (podridão radicular) e o solo conducente (condições físico-hídricas e fertilidade). No ambiente agrícola o ciclo da matéria orgânica muitas vezes é interrompido durante o período de cultivo provocando uma fragilidade na condição natural do solo (BETTIOL; GHINI, 2005).

O manejo da matéria orgânica no solo vem se tornando uma prática muito frequente, que reestabelece a condição de supressividade (BLOK et al., 2000). A natureza da supressividade do solo são duas: a biótica, constituída por fungos, bactérias, microartrópodes, protozoários e minhocas; e a abiótica, constituída por características físico-químicas do solo como pH, matéria orgânica, granulometria, estrutura, nutrientes e umidade, atuando de forma direta, aumentando a atividade microbiana e indireta interferindo no desenvolvimento do patógeno e reduzindo os efeitos das podridões radiculares, podendo ser obtida a curto e a longo prazo (BETTIOL; GHINI, 2005).

Uma das maneiras de se obter uma supressividade do tipo abiótica é incorporando matéria orgânica no solo de partes da própria planta, alterando a fertilidade do solo e estimulando as relações entre os microrganismos tais como simbiose, parasitismo, predação, competição e antagonismo, que irão interferir no desenvolvimento do patógeno.

Segundo Blok et al. (2000) a utilização de compostos orgânicos, se constituem numa alternativa eficiente no controle de fitopatógenos veiculados pelo solo, uma vez que melhoram as características físico-químicas do solo, induzindo a supressividade a fitopatógenos, obtendo com sucesso o controle de vários fungos, através da incorporação de resíduos orgânicos e atribuíram os resultados à produção de metabólitos tóxicos, a composição e atividade da microbiota e as características físicas e químicas dos substratos, que dependem de fatores como: espécie vegetal, idade, condições de cultivo e tipo de tecido vegetal.

Para utilização de resíduos orgânicos no controle de doenças faz-se necessário realizar bioensaios *in vitro* para observação de algumas características relacionadas com condições específicas que proporcionem estímulo ou inibição em um ambiente controlado. A natureza dessa condição pode ser físico-químico ou biológica, que podem variar em função dos meios de cultura, luminosidade, extratos adicionados ao meio, antagonistas e competidores; interferindo direta ou indiretamente sobre o patógeno, principalmente no seu crescimento micelial e na produção de esporos.

Blok et al. (2000) obtiveram controle com a mistura de extrato de brássicas no meio de cultura e conseguiram reduzir a disponibilidade de oxigênio interferindo no crescimento e produção de esporos de *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Verticillium*, Barrau et al (2009) utilizaram *Brassica carinata* para controlar *Phytophthora* spp na condição solarizada e não solarizada e perceberam não haver diferenças significativas em relação a liberação de compostos voláteis e inibidores do crescimento quando incorporaram 10kg.m⁻² numa profundidade de 10cm.

Bahminejab et al (2012) utilizaram diferentes partes de uma asterácea (*Xanthium strumarium*) para o controle *in vitro* de *P. drechsleri*, e relataram que ocorre liberação de alcaloides que proporcionam uma ação fungistática nesse oomiceto. Esses compostos orgânicos podem estar associados ao metabolismo secundário proveniente da planta ou partes dela que são capazes de atuarem como fungicidas (SOLARTE, 2011).

Zambon (2007) ressalta que a mandioca através do metabolismo secundário libera compostos orgânicos, glicosídeos cianogênicos, precursores do ácido cianídrico que são produzidos na folha e armazenados nas raízes (córtex), desencadeada naturalmente em situações de estresse mecânico ou biológico, inibindo infecções no seu sistema radicular por patógenos habitantes do solo.

Uso de partes dessa planta, folhas e o córtex das raízes, vem sendo muito utilizadas no controle alternativo de podridão radicular ou como estimulante no crescimento radicular e da planta.

Amorim et al., (2005) realizaram o controle da podridão radicular da mandioca, causada por *P. drechsleri*, aplicando diferentes tratamentos como da casca de mandioca moída a 20% v v⁻¹ (200g kg⁻¹), solo de mangue a 20% v v⁻¹ e cama-de-frango a 10% v v⁻¹ em vasos de 400mL sob condições de casa de vegetação, conseguiram controlar essa doença quando comparada com a testemunha, sem resíduos, além disso perceberam que o sistema radicular teve um crescimento maior para os tratamentos que levaram a casca de mandioca.

Araújo et al (2012) observaram que a casca de mandioca (CM) proporcionou uma maior altura de crescimento das mudas de pimentão quando utilizaram 10g de CM kg⁻¹ de solo e um aumento significativo no seu índice de velocidade de germinação com 40g de CM kg⁻¹ de solo.

Em quiabeiro, Veras (2006) avaliou diferentes resíduos orgânicos, entre eles a casca da mandioca, em diferentes dosagens de 20-40-60-80-100g kg⁻¹ e obteve melhor resultado desse produto para o controle da Fusariose nessa cultura com a dosagem de casca de mandioca de 100g kg⁻¹, além disso obteve ainda uma relação C/N (9:1) o que proporcionou uma rapidez na sua decomposição e na liberação de nutrientes. Wong et al (2011) controlaram patógenos do solo com folhas de mandioca incorporada ao solo (25g kg⁻¹) com uma relação C/N em torno de 20:1.

De acordo com Khiel (1985); Valente (2009) resíduos que se apresentam C/N 33:1 a 17:1 e C/N inferior 17:1, encontram-se na fase bioestabilização e mineralização de nutrientes respectivamente. Na mineralização pode-se dizer que os nutrientes estão disponíveis e na bioestabilização, que é a etapa que antecede a mineralização, essas características favorece a cultura como outros antagonistas a doença.

Por outro lado, Ferreira et al (2012) conseguiram controlar a Fusariose em mudas de maracujá aplicando 60g kg⁻¹ de casca de mandioca aumentando a supressividade do solo na produção de mudas em casa de vegetação.

Silva (2013), avaliou o efeito de matéria orgânica sobre o desenvolvimento de *Scytalidium lignicola* agente causal da podridão negra da mandioca e constatou que o extrato aquoso de cama de frango, aplicado em doses de 30 e 40g de cama de frango kg¹ de solo promoveu a inibição do crescimento micelial do patógeno, causado pela liberação de compostos voláteis nitrogenados que provocaram a inibição do crescimento micelial de *S. lignicola*.

A técnica dos compostos bioativos vem sendo muito empregada no controle de podridão de raiz. Costa et al (2000) utilizaram o capim colonizados por *Gliocladium virens* e *Trichoderma harzianun* os quais reduziram a população de *P. cinnamomi* favorecendo o

aumento em 38% de raízes de abacateiro. Leomi; Ghini (2003) conseguiram *in vitro* causar supressividade a *P. nicotianae* utilizando lodo de esgoto e obtiveram uma redução na produção de esporos desse patógeno, devido a variação da condutividade elétrica e pH do meio, relação (C/N 7:1) na concentração 15% no meio de cultura, promoveram a inibição do crescimento do patógeno e favorecimento de antagonistas como *Trichoderma* sp.

Incorporação de resíduos orgânicos em grandes quantidades pode estimular o aparecimento de doenças que necessitam de umidade e nutrientes, Diniz et al (2009) observaram que houve um estímulo no aparecimento de *Fusarium* sp. quando houve uma maior volume aplicado de manipueira na cova de plantio provocado pela variação de pH acidificando o solo.

Araújo et al (2012) avaliaram que elevadas concentrações da casca de mandioca interferiu no desenvolvimento das mudas de pimentão reduzindo a altura das mudas e o índice de velocidade de germinação.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Elizabeth; LLANO, Germán. Enfermedades del cultivo de la yuca y métodos de control. La Yuca en el Tercer Milenio. **Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali**, Colombia, p. 131-147, 2002.

ALVES, A., A., C.. Fisiologia da mandioca. In: **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, 2006., 817p.

AMORIM, E.P.R; CARNAUBA, J. P.; SILVA, J. C.; SOBRAL, M. F. Efeito de resíduo orgânico sobre a incidência da podridão radicular da mandioca (*Phytophthora drechsleri*). **Fitopatol bras**, Brasília, v. 30, p. 115, 2005.

ARAÚJO, F. das C. B.; SOUZA, L. C. de; OLIVEIRA, F. J. de; SILVA, J. L. S.; OLIVEIRA, R. L. L. de. Proporções de casca de mandioca no crescimento e índice de velocidade de germinação do pimentão. **Anais do 10º Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA**, 26 à 29 de setembro de 2012.

BAHRAMINEJAD, S; ABBASI, S.; MAASSOUMI, S. M.;TABEEN, S.. Evaluation of inhibitory effects of extracts of plants from western Iran against *Phytophthora drechsleri*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 6, n. 2, p. 255-260, 2012.

BARRAU, Carmen et al . Brassica carinata for control of Phytophthora spp. in strawberry field crops. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa , v. 32, n. 2, dez. 2009 .

BATISTA, L. R. L.; GONZAGA, G. B. M., JÚNIOR, J. F. S., SOARES, R. O., de FARIAS, J. J. A., & REIS, L. S.. Levantamento do sistema de produção da mandioca no agreste alagoano. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 1096-1099, 2009.

BERGAMIN FILHO, A, KIMATI, H., AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. Ed. 3., Agronômica Ceres, São Paulo., 1995., 919p.

BETTIOL, W., GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E. G. T., MENEZES, M.. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. UFRPE, Recife, Imprensa Universitária, 2005. 398p.

BLOK, W.J.; LAMERS, J. G.; TERMORSHUIZEN, A. J.; G. J. BOLLEN. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. St. Paul.: **Phytopathology**, v. 90, n. 3, p. 253-259. 2000.

BRYLA, D. R.; LINDERMAN, R. G. Implications of irrigation method and amount of water application on Phytophthora and Pythium infection and severity of root rot in highbush blueberry. **HortScience**, v. 42, n. 6, p. 1463-1467, 2007.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; R., GUIMARÃES, A. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.

CAMARGO FILHO, W. P. de; ALVES, H. S.. Produção e mercado de mandioca: análise de preços ao produtor. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.9, set. 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Perspectivas para a agropecuária. **Conab**, Brasília , v.1, 2013., 154p.

COSTA, J. L. da S.; MENGE, J. A.; CASALE, W. L. Controle biológico da podridão radicular de *Phytophthora* no abacateiro utilizando substratos orgânicos colonizados. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 239-246, 2000.

CREPALDI, I. C.. Origem, evolução e geografia da Mandioca: uma revisão. **Sitientibus**, Feira de Santana., n. 10, p. 89-94., jul/dez., 1992.

DIAS, M. C.; DE OLIVEIRA, I. J.. Avaliação da produção e de doenças em genótipos de mandioca em área de várzea do rio solimões. In: **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais., 2012.

DIAS, M. C.; OLIVEIRA, I. J. de; PAMPLONA, A. M. S. R.. Avaliação da produção e da incidência da podridão radicular em genótipos de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) cultivados em dois sistemas de preparo de solo. In: **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador, 1, CD-ROM., 2013.

DINIZ, M. de S. Efeito da manipueira na adubação da mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, 2009.

DINIZ, M. de S.; OLIVEIRA, A. M. G.; PEREIRA, N. L.; DE OLIVEIRA, J. L. Avaliação de variedades de mandioca mansa com agricultores familiares de Guaratinga, BA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 255-259, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Cassava diseases in Africa: a major threat to food security**. FAO, Rome, March, 2010., 39p.

FERREIRA, R. B. RODRIGUE, A.; CATARINO, A.. 11049-Utilização do resíduo orgânico da casca de mandioca no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em maracujazeiro amarelo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2012.

FIGUEIRÊDO M. M., F. C. de ALBUQUERQUE Podridão mole das raízes da mandioca (*Manihot esculenta*). EMBRAPA: **Pesq Agropec Bras**, n. 5, p.389-393. 1970

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. **Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Sistemas de Produção, v. 7, 2003.

GOMES, J. de C.; LEAL, E. C. **Cultivo da mandioca para a região dos tabuleiros costeiros**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Sistemas de Produção, v. 11, 2003.

KHIEL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985, 492p.

LOPES, E. B.; MATIAS, E. C.; AGUIAR FILHO, S. P. de. Podridão de raízes na mandioca. **Pesq Agropec Bras**, v. 13, n. 4, p. 45-50, 1978.

LOPES, A. C.; VIANA; A. E. S; MATSOMOTO, S. N.; CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; SÃO JOSÉ A. R.. Complementação da irrigação e épocas de colheita de mandioca cv. coqueiro no planalto de conquista, BA. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 579-87, maio/jun., 2010

LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce-um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 343-345, 1998.

LEONI, C.; GHINI, R.. Efeito do lodo de esgoto na indução de supressividade in vitro a *Phytophthora nicotianae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 67-75, 2003.

MASSOLA JR, N.S.; BEDENDO, I. P.. Doenças da mandioca. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**;. 4ª Ed.vol. 2, p. 340-341 – São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

MICHEREFF, S. J.; ABDRADE, D. E. G. T.; PERUCH, L. A. M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**, Recife: UFRPE, 2005, 398p.

MORAIS, M. dos S.; NASCIMENTO, L. C do; MOREIRA, K. A.; SILVA, M. da; CAVALCANTI, N. T. D. O. Levantamento e avaliação da incidência das doenças da mandioca no estado da Paraíba. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 204-206, 2013.

MOURA, G. de M.; SILVA, M. D. O. da. **Avaliação de resistência de cultivares de mandioca à podridão de raízes**. EMBRAPA, Rio Branco., 1997., 4p. (Comunicado Técnico)

MUNIZ, M. F. S.; ANDRADE, F. W. R. D.; QUEIROZ, F. M.; MOURA FILHO; G., MENEZES, M.. Caracterização de isolados de *Phytophthora drechsleri*, agente causal da podridão mole de raízes de mandioca. **Fitopatol. bras.**, v. 31, n. 2, p. 195-198, 2006.

NASCIMENTO, P. T. S. do; XAVIER, R. A.. Análise pluviométrica do estado de Alagoas. Anais... **1º SIMAGA** - Simpósio Alagoano de Gestão Ambiental, Arapiraca-AL, Brasil, 31 maio a 04 de junho de 2010, UNEAL/CAMPUS I, p. 11-19. CD ROM.

NASSAR, N. M. A. Mandioca. **Ciência Hoje**, v. 39, n. 231, p. 30, out., 2006.

NASSAR, N. M. A.; ORTIZ, R.. Cassava improvement: challenges and impacts. **The Journal of Agricultural Science**, v. 145, n. 02, p. 163-171, 2007.

ODUBANJO, O. O., OLUFAYO, A. A., OGUNTUNDE, P. G. Water use, growth, and yield of drip irrigated cassava in a humid tropical environment. **Soil and Water Research**, v. 6, n. 1, p. 10-20, 2011.

OLIVEIRA, S. L., MACEDO, M. M. C., PORTO, M C. M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 121-24, 1982;

OLIVEIRA, N. T. de; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; RODRIGUES, G. S.; MELVILLE, C. C.; ALBUQUERQUE, J. D. A. A. de. Caracterização e identificação de clones de mandioca produzidas em Roraima para o consumo in natura. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 188-193, 2012.

OLIVEIRA, S. A. S. de, FREITAS, J. P. X. de; AUD, F. F.; SANTOS; V. D. S.; OLIVEIRA, E. J. de. Avaliação da resistência de híbridos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) à mancha-parda, queima das folhas e mancha-branca. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. Inovação e sustentabilidade: da raiz ao amido: trabalhos apresentados. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

OLANREWaju, O. O.; OLUFAYO, A. A.; OGUNTUNDE, P. G.; ILEMOBADE, A. A.. Water use efficiency of *Manihot esculenta* Crantz under drip irrigation system in South Western Nigeria. **European Journal of Scientific Research**, v. 27, n. 4, p. 576-587, 2009.

OTSUBO, A. A.; FERREIRA, P. H. B.; REGINA, C. P. Caracterização da produção, comercialização e consumo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) de mesa em Dourados, MS. **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 6, n. 2, p. 35-47, 2002.

PIMENTA NETO, A. A. **Esporulação e controle alternativo de doenças causadas por *Phytophthora nicotianae* em tomate e berinjela**. UFPE, Recife., 2012., 100p. (Mestrado em Fitopatologia)

POLTRONIERI, L. S. et al. Podridão mole das raízes de mandioca. In: LUZ, E. D. M. N., SANTOS, A. F. dos, MATSUOKA, K., BEZERRA, J. L. In: **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Livraria Rural, Campinas-SP, 2001. 754p.

PORTO, M. C. M.; COCK, J. H.; de CADENA, G. G.; PARRA, G. E.; HERNÁNDEZ, A. D. P.. Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. **Pesq Agropec Bras**, v. 24, n. 5, p. 557-565, 1989.

RIBEIRO, R. D. da S.; COELHO FILHO, M. A.; SANTOS, V. D. S.; LEDO, C. D. S.; ROCHA, J. D. S.. Tempo de cozimento de raízes de genótipos de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) sob sistema irrigado e de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

ROCHA, J. D. S. COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. da S; SANTOS, V. da S.; RIBEIRO, R. N. Produtividade e eficiência de uso de água de clones de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) sob irrigação e em condições de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

SALLA, D. A., CABELLO, C. Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca, cana-de-açúcar e milho. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, vol. 25, n.2, p.32-53., 2010

SILVA, C. A. D. **Prospecção em fitopatogênicos e avaliação de fontes de matéria orgânica sobre a supressividade da podridão radicular da mandioca**. Garanhuns: UFRPE, 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola)

SILVA, H. S. A.; ANDRADE, E. C. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças da mandioca no Brasil. In: **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 263-272, 2011.

SOLARTE, R. D; OSORIO, O.; HURTADO, A. M.; & MEJIA, D. Evaluación del Bioinsumo de Fique Pulverizado (*Furcraea* spp) para el Control *in vitro* de *Phytophthora infestans* en papa (*Solanum tuberosum* L). **Información tecnológica**, v. 23, n. 3, p. 77-86, 2012.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. **Cultivo da mandioca para a região do Cerrado**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas 2003. Sistemas de Produção, 8 ISSN 1678-8796 Versão eletrônica, Jan., 2003

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. de S.; GOMES, J. de C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**; p: 172-214 – Cruz das Almas – BA, 2006.

TAFUR, S. M. , EL-SHARKAWY, M. A., CADAVID, I. F. Response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to water stress and fertilization. **Photosynthetica**, Prague, v. 34, n. 2, p. 233-39, 1997.

TÁVORA, F. J. A. F.; BARBOSA FILHO, M.. Antecipação de plantio, com irrigação suplementar no crescimento e produção de mandioca. **Pesq Agropec Bras**, v. 29, n. 12, p. 1915-1926, 1994.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. D. S. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 59-85, 2009.

VERAS, M. de S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de Fusarium em quiabeiros para a agricultura familiar maranhense**. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 2006., 83p.

ZAMBON, J. C.. Aspectos toxicológicos de derivados de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, n. 1, 2007.

ZENTMYER, G. A. The world of Phytophthora. In: EWIN, D. C.; GARCIA, S. B.; TSAO, P. H. **Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology**,;p: 1-9 – Minnesota – The American Phytopathological Society. 1983.

WONG, L.C.; QUEIROZ AMBRÓSIO, M. M.; SOUZA, N. L. de. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. *Summa Phytopathol.*, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 129-133,

3. CONTROLE DA PODRIDÃO RADICULAR DA MANDIOCA (*Phytophthora sp.*) COM RESÍDUO ORGÂNICO E INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO

A adição de resíduos orgânicos para aumentar a supressividade no solo é uma prática eficiente e de baixo custo. Seu uso associado a outros tratamentos culturais como a irrigação vem se tornando frequente em cultivos de mandioca mesa. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de concentrações do extrato bruto da casca de mandioca (EBCM) sobre o desenvolvimento de *Phytophthora sp.* e avaliar o efeito da incorporação no solo da casca de mandioca (CM), sob diferentes lâminas de irrigação (Li), no controle da podridão radicular da mandioca. O isolado de *Phytophthora sp.* foi obtido de raízes infectadas de mandioca de mesa var. Rosinha. Realizou-se o teste de patogenicidade através de três métodos de inoculação: disco de inóculo em raízes adultas destacadas, discos e suspensão de inóculo em plantas com 30 dias de idade. O EBCM foi misturado ao meio V8-ágar, nas concentrações de 5, 10, 15 e 20% (v v⁻¹), vertidos em placas de Petri. Em seguida discos de micélio do patógeno foi repicado para o centro das placas, incubadas a temperatura de 25±1°C sob luz contínua. A porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) foi determinada quando a testemunha atingiu toda placa. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 concentrações e quatro repetições, sendo utilizado à análise de regressão na avaliação. Para o teste *in vivo* dois fatores foram estudados: concentrações de CM de 5, 10, 15 e 20% (v v⁻¹) e Li de 10, 20, 30 e 40mm, utilizando-se vasos de 400mL com 400g de solo autoclavado, contendo uma maniva com quatro gemas. O solo foi infestado com uma suspensão (40mL vaso⁻¹) de 1,7 x 10⁶ esporângios mL⁻¹, quando as plantas atingiram os 30 dias de idade. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em fatorial 5 x 4 com quatro repetições. Utilizou-se a análise de regressão para os dados. Os resultados mostraram que o isolado de *Phytophthora sp.* foi patogênico a mandioca, independentemente do método de inoculação. Os tratamentos com EBCM proporcionaram um aumento da PIC, quando aplicou-se concentrações crescentes a partir de 5,81% (R²=0,83**). Lâminas superiores a 20mm sem incorporação de CM no solo reduzem a quantidade de plantas sem sintomas (PSS). Incorporando-se 10% de CM na Li de 20mm obtem-se 62,45% de PSS; na Li de 30mm doses crescentes de CM elevaram a MSR; nas concentrações de 10 e 15 o aumento da Li reduziu a MSR, a MST e EUA.

Palavras-chave: Controle de doença. Casca de mandioca. Manejo de irrigação.

CONTROL OF ROOT ROT ON CASSAVA (*Phytophthora sp.*) USING ORGANIC RESIDUES AND INFLUENCE OF DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION

ABSTRACT

Adding organic residues to increase the soil suppressiveness is an efficient and low cost method, without much interest in associate it with other cultural methods such as irrigation, frequently used on sweet cassava crops. The aim of this work was to verify the effect of crude extract concentrations of cassava peel on the development of *Phytophthora sp.* and evaluate the effect of cassava peel under different laminas of irrigation, about root rot of cassava. The isolated of *Phytophthora sp.* was obtained from infected roots of sweet cassava var. Rosinha. It was performed the pathogenicity test using three different inoculation method: disk of inoculum in removed mature roots, inoculum and suspended inoculum with 30 years old plants. The cassava peel's aqueous crude extract was mixed to the V8 juice agar, on the concentrations of 5, 10, 15 and 20% (v.v⁻¹), poured into Petri dishes. Then, pathogen mycelial disks were peaked to the center of the plates, incubated at the temperature of 25±1°C under continuous light. The percentage of mycelial growth inhibition was determined when the control treatment reached the entire plate. The design was completely randomized, with five levels and four repetitions, being used the regression analysis in the evaluation. For the in vivo test, two factors were studied: cassava peel concentrations of (5-10-15-20% v.v⁻¹) and Li of 10-20-30-40mm, were used 400mL pots with 400g of autoclaved soil, containing one maniva with four buds. The soil was infested with the suspension of 1,7x10⁶ sporangia.mL⁻¹, it was placed 40mL.pot⁻¹, when the plants reached 30 days old. The design was completely randomized in a factorial 5x4 with four replications, was used regression analysis to analyze the data. The results have showed that the isolated of *Phytophthora sp.* was pathogenic to cassava, regardless of the inoculation method. Treatments with cassava peel's aqueous crude extract have had a higher percentage of mycelial growth inhibition, reaching the maximum efficiency of 5,91% of cassava peel in the environment (R²=0,8251**). The sample showed that cassava peel's aqueous crude extract in the environments causes the percentage increase of mycelial growth inhibition. When the cassava peel was not incorporated, 20mm was the maximum water blade that obtained 45,75% of plants with no symptoms. Applying 10% of cassava peel in the 20mm blade (Li) it was obtained 68,75% of plants with no symptoms; on the 30mm blade, increased doses of cassava peel raised the MSR; in the 10 and 15 concentrations the increase of the blade reduced the root dry matter, total matter and water use efficiency.

Key words: Disease control. Cassava peel. Irrigation management

3.1 INTRODUÇÃO

A podridão radicular é um dos problemas fitossanitários de difícil controle devido as características específicas do ambiente onde ocorre que é o solo. As interações físico-química, matéria orgânica e umidade são variáveis importantes que interferem na condição ambiental da relação entre raiz e infecção pelo patógeno, dificultando assim o controle dessa doença.

Alvarez; Llano (2002) relatam que existem sete espécies do gênero *Phytophthora* que provocam podridão nas raízes de mandioca tendo como destaque a *P. drechsleri*, *P. nicotianae* e *P. palmivora*, podendo chegar a 80% em áreas severamente infestadas.

Em Alagoas Muniz et al (2006) realizaram coleta de raízes de plantas da mandioca com as características de podridão radicular, na região da zona da mata e no agreste desse estado, no período do inverno e primavera, muito chuvoso, concluindo que se tratava do oomiceto *Phytophthora drechsleri*.

Segundo Kimati et al (1997) a doença ocorre em raízes formadas e maduras ricas em amido e mais evidenciados em períodos chuvosos e em solos úmidos. Figueirêdo et al (1970) explicam que esse oomiceto possui estruturas móveis e flageladas que utilizam a água como meio e infectam as raízes a curtas distâncias causando podridões.

O controle cultural é realizado na maioria das vezes pelos produtores por ser uma prática simples e que possibilita convívio com a podridão radicular. Lopes et al. (1978), Alvarez; Llano (2002), Massola; Bebendo (2005) e FAO (2010) recomendam estabelecer um calendário de cultivo, limpar e lavar implementos e ferramentas agrícolas providas de outras áreas de cultivo; realizar o plantio em solos com boa drenagem e em áreas de várzeas, realizar a rotação de culturas na estação seca com poáceas, como o milho e arroz, identificar a procedência das manivas, planejar o preparo do solo, e plantio em camalhões.

A mandioca é uma cultura muito sensível no período de enraizamento, sendo importante um manejo adequado da umidade do solo nos primeiros noventa dias. Oliveira et al. (1982) verificaram que quando há deficiência hídrica entre o segundo e o sexto mês de cultivo, as perdas na produção de raízes podem chegar a 60%. Alves (2006) explica que nessa fase as raízes iniciam o processo de acúmulo de amido nas raízes, sendo importante realizar um manejo equilibrado entre a umidade e a incorporação de matéria orgânica no solo.

O manejo de irrigação na fase de maior demanda hídrica, durante os 150 dias após o plantio é determinante no desenvolvimento do sistema radicular sem restrições hídricas. Sena;

Campos (1975), Souza; Fialho (2003) recomendaram uma lâmina de irrigação entre 30 a 40mm com uma frequência de 15 dias.

A incorporação de resíduos vegetais com propriedades fungicidas ou pela supressividade do solo constituem um método alternativo e promissor no controle de doenças radiculares de plantas, pois, além de serem de fácil obtenção e baixo custo, minimizam os problemas de toxicidade apresentados pelos produtos químicos sintéticos.

A vantagem desse meio alternativo é reduzir o aparecimento de microrganismos resistentes e a contaminação do meio ambiente; além de restabelecer as interações energéticas e simbióticas para obter um equilíbrio entre eles (AMORIM et al., 2005; MICHEREFF et al 2005). A mandioca através do seu metabolismo secundário libera compostos orgânicos, glicosídeos cianogênicos, precursores do ácido cianídrico que são produzidos na folha e armazenados nas raízes (córtex), desencadeada naturalmente em situações de estresse mecânico ou biológico, inibindo infecções no seu sistema radicular por patógenos habitantes do solo (ZAMBON, 2007).

Amorim et al. (2005) realizaram o controle da podridão radicular da mandioca, causada por *P. drechsleri*, aplicando diferentes tratamentos como a casca de mandioca (CM) a 20% v v⁻¹ (200g kg⁻¹), solo de mangue a 20% v v⁻¹ (200g kg⁻¹) e cama-de-frango a 10% v v⁻¹ (100g kg⁻¹) em vasos de 400mL sob condições de casa de vegetação, conseguiram controlar essa doença quando comparada com a testemunha, sem resíduos.

Em quiabeiro, Veras (2006) avaliou diferentes resíduos orgânicos, entre eles a casca da mandioca, nas dosagens de 20-40-60-80-100g kg⁻¹ e obteve o controle da Fusariose com a dose de casca de mandioca de 100g kg⁻¹, que apresentou ainda uma relação C/N (9:1) o que proporcionou uma rapidez na sua decomposição e na liberação de nutrientes, porém Wong et al (2011) controlaram patógenos do solo com folhas de mandioca incorporada ao solo (25g.kg⁻¹) com uma relação C/N em torno de 20:1.

Dessa maneira, considerando a importância da incorporação de resíduos orgânicos e o controle da umidade do solo através da irrigação. O objetivo desse experimento foi verificar o efeito de concentrações do (EBCM) sobre o desenvolvimento *in vitro* de *Phytophthora* sp. e avaliar o efeito da incorporação da CM em diferentes Li, no controle da podridão radicular da mandioca

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Local dos Experimentos:

Os trabalhos foram conduzidos no laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL)- Campus Delza Gitaí, em Rio Largo, Estado de Alagoas.

3.2.2 Isolamento e manutenção do isolado

Foram coletadas plantas que apresentavam os sintomas característicos da doença no município de Campo Alegre-AL, localizado na região produtora de mandioca do agreste alagoano. Para o isolamento de *Phytophthora* sp, os fragmentos de raízes foram desinfestados em álcool a 70% por 30 segundos, hipoclorito 0,1% (produto comercial com 2%) 30 segundos e lavados em água destilada esterilizada (ADE). Em seguida secos em papel toalha autoclavado e colocados em meio seletivo, de acordo com a metodologia de MENEZES (1997) e MUNIZ et al (2011).

As colônias obtidas foram repicadas para posterior preparo de lâminas e identificação do isolado por análises morfológicas em microscópio ótico. Posteriormente, o patógeno foi preservado em BDA em temperatura ambiente.

3.2.3 Teste de patogenicidade e reisolamento

A verificação da patogenicidade do isolado foi realizada através de três métodos de inoculação: deposição de disco de inóculo sobre raízes de mandioca, deposição de disco de inóculo sobre caule de plântulas de mandioca e método de dipping.

No primeiro método utilizou-se raízes de mandioca da cv. Rosinha, que foram lavadas com água e sabão, sendo em seguida, imersos em uma solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, durante 10 minutos, sendo então secas ao ar em condições ambientais e postas em bandejas plásticas. A inoculação foi realizada mediante a inserção de um disco do meio de cultura contendo micélios de *Phytophthora* sp. (5,0mm) em fermento provocado na raiz com um vazador de rolha (5mm). Logo após, as raízes foram submetidas a câmara úmida, colocando-

se um chumaço de algodão umedecido sobre o disco de inoculo. As raízes foram incubadas por sete dias sob condições ambientais ($\pm 25^{\circ}\text{C}$). Nas raízes testemunha, utilizou-se discos contendo apenas BDA.

No segundo método, plântulas de mandioca, nas mesmas condições ambientais, tiveram seu caule ferido com um estilete. Sobre o ferimento foi depositado um disco de inóculo contendo o micélio do isolado e foram submetidas a câmara úmida, através da colocação das mesmas em bandejas com nível de água, aproximadamente, 2 cm por 48 h.

No terceiro método, plântulas de mandioca, nas mesmas condições de desenvolvimento, tiveram seu sistema radicular imerso em uma solução homogeneizada em liquidificador composta por micélio de *Phytophthora* sp. (uma placa de Petri) em 200 mL de ADE (Água Destilada Esterilizada), por 20 minutos. Posteriormente, foram transplantadas para vasos de 400 mL e colocadas em câmara úmida conforme metodologia descrita anteriormente.

As raízes e as plântulas que apresentaram sintomas típicos da doença foram utilizadas para o reisolamento do patógeno em placas de Petri contendo meio BDA, incubadas sob condições de laboratório a fim de confirmar a patogenicidade.

3.2.4 Efeito de extrato bruto de casca de mandioca (EBCM) sobre o desenvolvimento

3.2.4.1 Obtenção do extrato bruto aquoso da casca da mandioca (EBCM)

Para preparar o extrato bruto aquoso foi utilizada a casca da mandioca seca em estufa a $55\pm 2^{\circ}\text{C}$, durante quatro dias até atingir a massa constante e logo após essa secagem a casca foi triturada para obtenção da CM, sendo utilizado como líquido água destilada e esterilizada (ADE) para preparação do EBCM. A proporção 1:3 foi utilizada para obtenção do EB, colocando-se 100g de pó da casca da mandioca em 300mL de ADE, sendo misturados e deixados para descansar em UV durante uma hora. Após essa etapa essa mistura foi coada em gaze esterilizada.

3.2.4.2 Avaliação do efeito do EBCM sobre o desenvolvimento de *Phytophthora* sp:

O EBCM foi misturado ao meio de BDA (batata-dextrose-ágar), nas concentrações de 5, 10, 15 e 20% (v v⁻¹), vertidos em placas de Petri. Em seguida discos de micélio do patógeno foi repicado para o centro das placas incubadas a temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sob luz contínua. O

crescimento micelial foi medido diariamente em duas direções transversais até que o crescimento micelial da testemunha (placas com meio BDA sem EB) atingisse toda placa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos (0-5-10-15-20 % do EBCM) e 4 repetições, sendo cada placa representado por uma placa . Foram utilizados os dados originais na análise de variância e de regressão, para obtenção da equação e do melhor coeficiente de determinação.

Avaliou-se o crescimento micelial, através da medida do diâmetro realizado com uma régua milimetrada para determinação da porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC), utilizando a fórmula de Abbot (1925), (Eq 1), sendo que o período de avaliação foi quando o patógeno atingisse o diâmetro da placa na testemunha.

$$PIC(\%) = \frac{(T - t)}{T} \times 100 \quad (Eq. 1)$$

Em que: PIC- porcentagem de inibição do crescimento micelial,%; T- testemunha, mm e t- tratamento avaliado, mm.

3.2.5 Efeito da incorporação da casca de mandioca no controle da podridão radicular (*Phytophthora* sp) em mandioca de mesa var. Rosinha em diferentes níveis de irrigação

3.2.5.1 Preparação da casca de mandioca, incorporação no solo e plantio das manivas

A CM foi colocada para secar em estufa de ventilação forçada a $55 \pm 2^\circ\text{C}$ por 72-96h. Após a secagem foi triturada na forrageira e acondicionada em sacolas plásticas em local seco. Foi realizada a análise da composição química desse resíduo.

O solo utilizado no plantio foi inicialmente peneirado e em seguida autoclavado a uma pressão de 1 atm, sob uma temperatura de 120°C em 1,5h, em seguida foi deixado para descansar durante 72h.

A CM foi incorporada em vasos de 400mL aferidos para caberem 400g dessa mistura (resíduo +solo) nas concentrações dos tratamentos 0-5-10-15-20% v v⁻¹de CM representando 0-50-100-150-200g kg⁻¹ desse resíduo incorporado no solo dos vasos.

As manivas de mandioca tinham um comprimento entre 7 e 8cm de comprimento contendo de 4 a 5 gemas e foram plantadas no sentido vertical para uma melhor acomodação dentro do vaso.

3.2.5.2 Cálculo da lâmina de irrigação

Foi utilizado como referência a lâmina de 40mm (SOUZA E FIALHO, 2003), sendo adotado em valores percentuais em 100%, 75, 50 e 25% dessa lâmina. O volume de água aplicado para os tratamentos foram: 40mm; 30mm; 20mm e 10mm. O manejo de irrigação foi realizado utilizando-se o método gravimétrico (Eq 2). O acompanhamento da variação de umidade foi realizado diariamente onde eram medidas as massas em vasos que representavam as Li para cada tratamento, tendo como referência a massa limite de 412,0g para realizar a irrigação. (LIBARDI, 2005).

$$U = \frac{\mu - m_s}{m_s} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: U- umidade à base de massa, kg kg⁻¹; μ - massa úmida, kg; m_s - massa seca solo, kg.

3.2.5.3 Infestação do solo e determinação das plantas sem sintomas

A infestação do solo foi realizada quando as plantas atingiram 42 dias após a germinação, sendo o patógeno repicado para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio selecionado, mantido sob de luz contínua a temperatura ambiente 25±2°C durante 10 dias. A concentração da suspensão do inóculo foi ajustada para 1,70 x 10⁶ esporângios mL⁻¹. Na preparação da suspensão de inóculo para infestação do solo foi realizada a proporção 1:200 (uma placa para 200mL de ADE) e em seguida colocando-se 40 mL vaso⁻¹, conforme SANTOS (2009); CARNAÚBA (2006).

O período de observação foi de 12 dias após a infestação avaliados a cada 3 dias para a verificação dos sintomas *in vivo*, representada em porcentagem de plantas sem sintomas (PSS).

3.2.6 Análise dos dados

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com cinco concentrações de CM (0-5-10-15-20% v v⁻¹) e quatro lâminas de irrigação (10-20-30-40mm), com esquema fatorial 5x4 com quatro repetições.

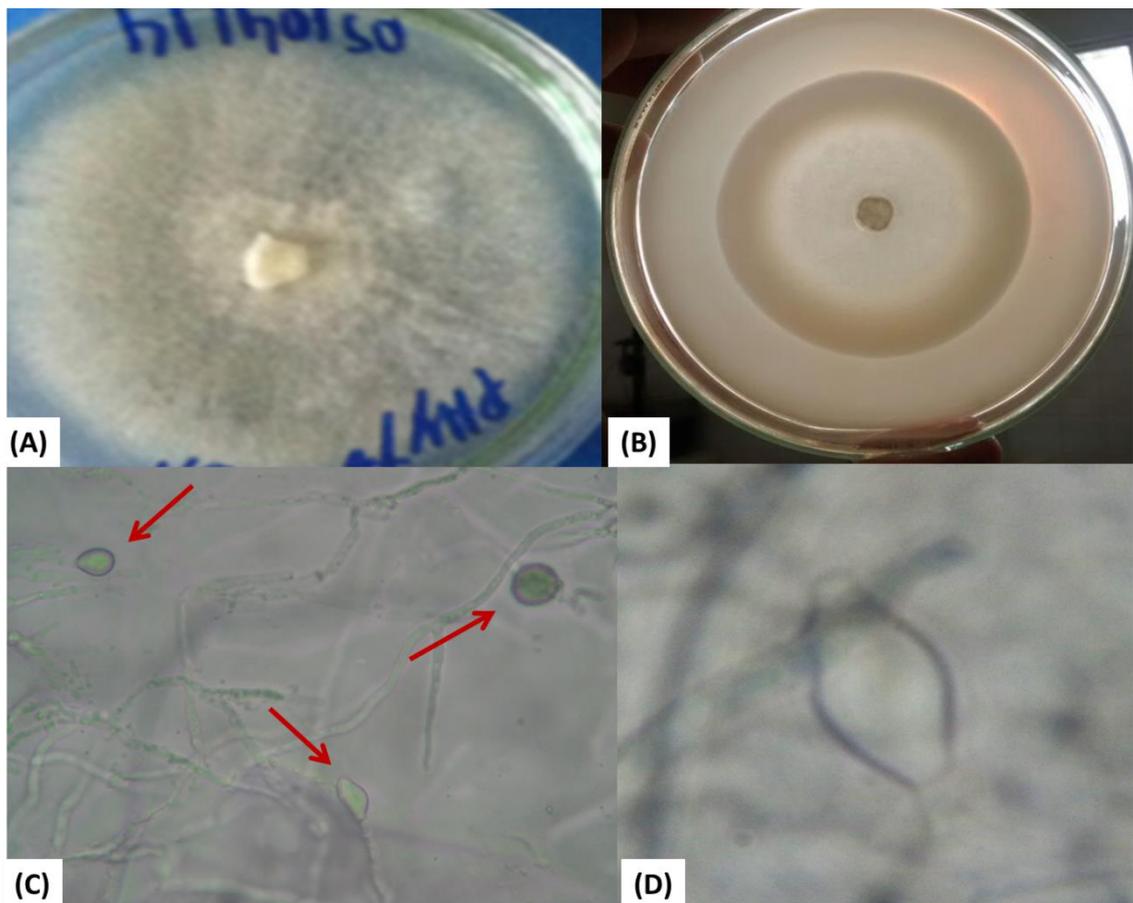
Os parâmetros avaliados foram de plantas sem sintomas (PSS), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e eficiência de uso de água (EUA). Foram utilizados vasos de 400mL como parcela contendo uma planta, para determinação da matéria seca raiz, matéria seca total e eficiência de uso de água. Para o %PSS foram utilizados quatro vasos como parcela, sendo contadas plantas com os sintomas de murchamento e amarelecimento das folhas e transformados em porcentagem. Para MSR e MST foi realizada a secagem do material, 55%±2°C em 72h e depois medida a massa em gramas e para a EUA foi realizada a razão da MST pela lâmina total aplicada no período de cultivo. Foi realizada a ANOVA do experimento e análise de regressão para obtenção do melhor coeficiente de determinação dos ajustes linear e quadrático.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Identificação do isolado

O isolado obtido apresentou em BDA crescimento micelial de aspecto felpudo e coloração esbranquiçada com hifas hialinas. As observações microscópicas revelaram a presença de esporângios com formatos piriformes e elipsoides, constatando ser um isolado de *Phytophthora* sp., agente causal da podridão de raízes da mandioca, visto que, o mesmo apresentou todas as estruturas que designam tal constatação. Uma outra característica marcante é a formação de um halo enzimático em meio de protease, caracterizado por uma circunferência bem definida ao redor do micélio (Figura 1).

Figura 1 - Aspectos gerais da *Phytophthora* sp.: a-b aspecto da colônia com o halo enzimático (A-B), estruturas reprodutivas (esporângios) (C-D)

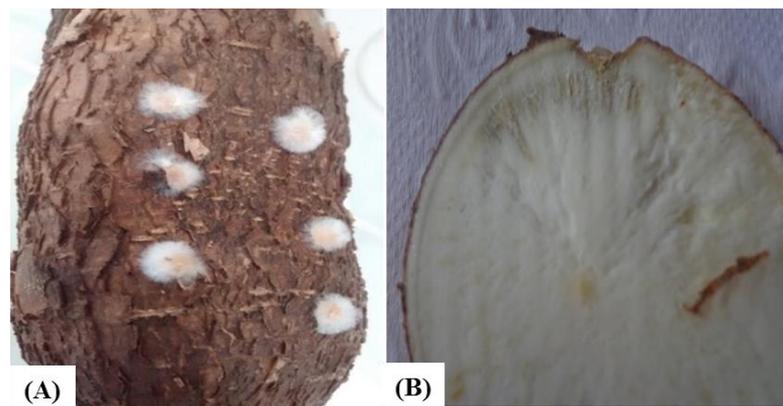


Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR; SILVA (2015)

3.3.2 Teste de patogenicidade e reisolamento

O isolado de *Phytophthora* sp mostrou-se patogênico nos três métodos de inoculação. Nos testes realizados em raízes, após 15 dias da inoculação, sintomas iniciais de podridão, de aspecto seco e crescimento cottonoso de coloração clara, foi evidenciado externamente (Figura 2A). Internamente observou-se uma podridão escurecida e seca nas raízes de mandioca (Figura 2B), possivelmente gerada pela ação enzimática da parede celular do patógeno, observada na Figura 1 que levou a degradação dos componentes da membrana celular do hospedeiro.

Figura 2- Raiz de mandioca com aspecto de podridão, com crescimento cottonoso de coloração clara (A) e podridão escurecida e seca com degradação da parede (B)



Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR; SILVA (2015)

No segundo método, as plântulas apresentaram sintomas de amarelecimento das folhas mais baixas e morte da parte apical de toda parte aérea cinco a sete dias após a inoculação (Figura 3A). semelhantes aos descritos por MUNIZ et al. (2006).

Em relação a infestação do solo, as plântulas apresentaram sintomas de murchamento geral da planta entre os sete e doze dias após a infestação do solo, demonstrando haver interferência na absorção de água pelas raízes mesmo o solo sendo mantido úmido (Figura 3B).

Figura 3 – Plantas de mandioca apresentando sintomas da doença: morte apical e amarelecimento das folhas mais baixas (A), murcha apical (B) e murcha geral da planta (C)



Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR, 2015

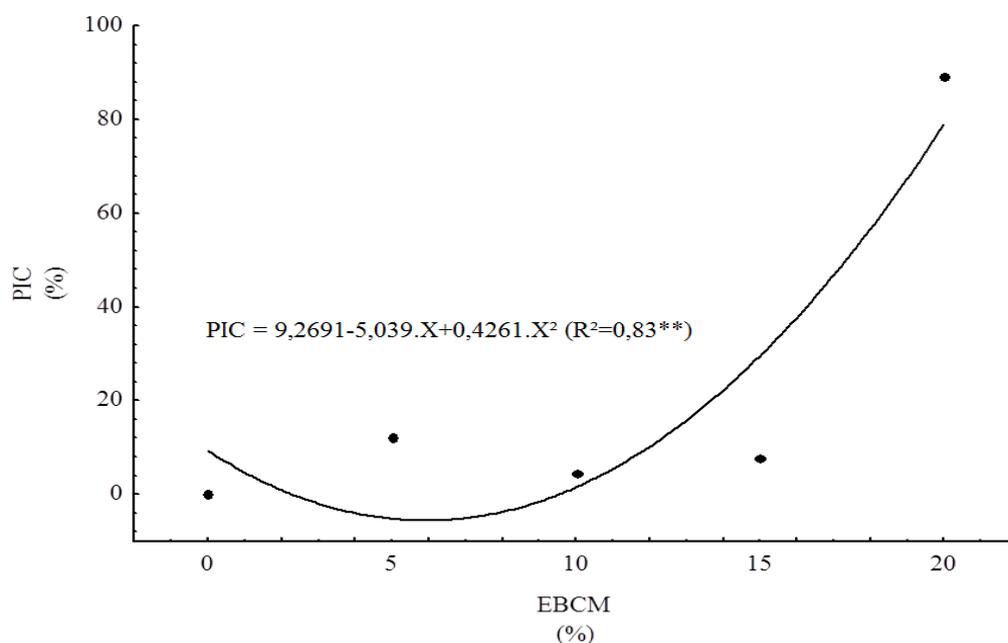
A constatação de tais resultados confirmam a capacidade de *Phytophthora* sp. em causar doença em raízes e plântulas de mandioca.

3.4 Efeito do extrato bruto de casca de mandioca sobre o desenvolvimento de *Phytophthora* sp.

O modelo quadrático foi o que apresentou o melhor ajuste para a PIC, observa-se que concentrações crescentes partir de 5,81% de EBCM no meio de cultura proporcionam um aumento da PIC (Figura 4), principalmente nos tratamentos mais concentrados proporcionando uma redução de até 85% interferindo no desenvolvimento do patógeno (SILVA, 2012). Ferreira et al (2011) verificaram que *Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorea* que é o patógeno causador de podridão radicular em maracujá, teve seu crescimento *in vitro* inibido em meios mais concentrados a partir de 10% de EBCM.

Silva (2012) utilizando concentrações a partir de 30% de EB de cama de aviário conseguiu proporcionar um aumento no PIC em fungos causadores de podridões em raízes de mandioca devido a sua relação C/N proporcionar o crescimento de antagonistas por ser uma material mais fibroso que retiram nutrientes do meio para degradar a matéria orgânica (KHIEL, 1985).

Figura 4- Efeito do percentual de extrato bruto da casca de mandioca (EBCM) no percentual de inibição micelial (PIC)



Os resultados da análise química da CM foram os seguintes: 1,39g kg⁻¹; fósforo 0,8g kg⁻¹; potássio 4,8g kg⁻¹, cálcio 4,5g kg⁻¹, ferro 1.583mg kg⁻¹, cobre 21,34mg kg⁻¹, manganês 28,34mg kg⁻¹ e zinco 65,12mg kg⁻¹, pH (água) 6,1 e C/N 24:1

O valor da C/N de 24:1 encontrado na casca de mandioca difere de Veras (2006) que foi de 9:1. Leomi; Ghini (2003) conseguiram *in vitro* causar supressividade a *P. nicotianae* utilizando lodo de esgoto e obtiveram uma redução na produção de esporos desse patógeno, devido a variação da condutividade elétrica e pH do meio, relação (C/N 7:1) na concentração 15% no meio de cultura, promoveram a inibição do crescimento do patógeno e favorecimento de antagonistas como *Trichoderma* sp Entretanto Fenille; Souza (1999) constataram em diferentes resíduos orgânicos com elevada relação C/N proporcionaram um aumento de antagonistas e maior tempo de inibição, , Khiel (1985) relembra que esse valor está compreendido na faixa da bioestável, mostrado no modelo *in vitro* avaliado no experimento, favorável ao aparecimento de competidores por matéria orgânica. Em relação ao pH, Pimenta Neto (2012) explica que para *Phytophthora* sp meios de cultura mais acidificados como o de solonáceas ou V-8 que proporcionam um melhor crescimento e produção de zoospóros *in vitro*, porém o EBCM devido o pH em água está em 6,1 proporcionando uma inibição no crescimento do patógeno.

CRUZ et al (2013) constataram que uma baixa relação C/N em leguminosas proporciona um aumento em antagonistas e tem uma ação de supressividade do solo de curta

duração visto que a matéria orgânica encontra-se na fase de mineralização, quando aplicou 40g L⁻¹ de extrato de amendoim forrageiro no controle de. FENILLE; SOUZA (1999), alertam que uma relação C/N baixa aumentou a incidência de doença em feijoeiro.

Alguns resíduos orgânicos no seu estado bruto necessitam de concentrações mais elevadas no meio de cultura quando se trabalha com extratos *in vitro*, para se obter, muitas vezes, o efeito inibidor de crescimento. Barrau et al (2009) conseguiram um efeito significativo quando aplicaram 10kg m⁻² de *Brassica carinata* para controlar *Phytophthora* sp no cultivo de morango, explicam que ocorre a liberação temporária de glucosinolatos e isothiocianatos (ITCs) dois compostos orgânicos com ação fungicida. ZAMBOM (2007) afirma que a liberação dos glicosídeos cianogênicos linamarina e lotaustralina, presentes no córtex da mandioca atuam contra animais e microrganismos existentes no solo.

3.5 Efeito da incorporação da casca de mandioca no controle podridão radicular causada por *Phytophthora* sp em mandioca de mesa var. rosinha em diferentes níveis de irrigação

A Tabela 1 apresenta a análise de variância dos quadrados médios para os parâmetros porcentagem de plantas sem sintomas (PSS), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e eficiência de uso de água (EUA), para dois fatores quantitativos envolvidos: concentração de casca de mandioca incorporada no vaso (CM) lâmina de irrigação (Li). Observa-se que houve uma interação entre a concentração incorporada no solo de CM e a Li para o parâmetro PSS e MSR; não significativa para MST e EUA. Em relação a precisão o experimento apresentou-se regular para PSS e ótima para MSR, MST e EUA.

Tabela 1 Análise de variância do efeito da CM (g) e Li (mm) sobre a PSS (%), MSR (g), MST (g) e EUA (g mm⁻¹)

FV	GL	QM			
		PSS	MSR	MST	EUA
CM	4	10753,91**	0,53ns	0,50ns	0,000011ns
Li	3	843,75**	3,54**	13,24**	0,017900**
CMxLi	12	498,70**	0,64**	2,11ns	0,000124ns
ERRO	60	119,79	0,31	1,32	0,000096
CV(%)		19,24	7,16	7,36	7,56

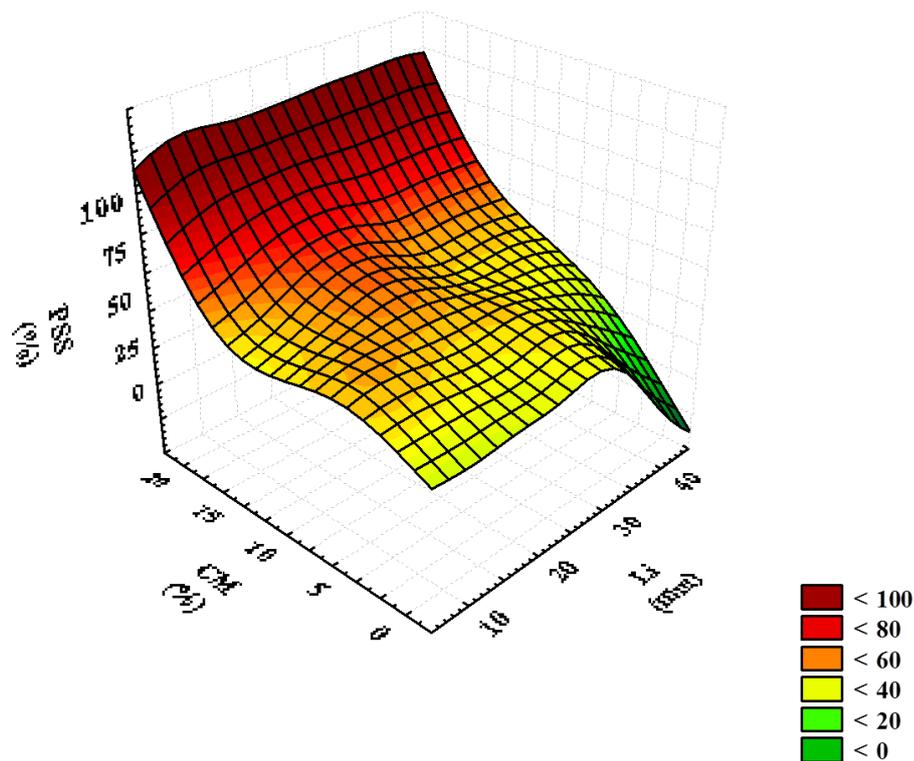
** : significativo pelo teste F a 1%

ns: não significativo.

3.5.1 Plantas sem sintomas (PSS)

Na Figura 5 observa-se o efeito da interação CM e Li em PSS. A interpretação desse gráfico se dá pelas diferentes combinações de cores estando os maiores valores de PSS entre as cores que vão do laranja ao vermelho escuro, enquanto que os menores valores entre o verde escuro ao amarelo. Existe uma alta correlação significativa ($r=0,74^{**}$) entre CM e PSS proporcionado pelas diferentes concentrações de CM, estando esse fator mais evidenciado na inibição do desenvolvimento do patógeno mesmo nas maiores lâminas de irrigação. Isso pode ser explicado pelo fato da cultura da mandioca na fase de enraizamento necessita de água e matéria orgânica bem incorporada no solo esse resultado é confirmado por Fenille; Souza (1999).

Figura 5- Efeito global da casca de mandioca (CM) e lâmina de irrigação (Li) no percentual de plantas sem sintomas (PSS)

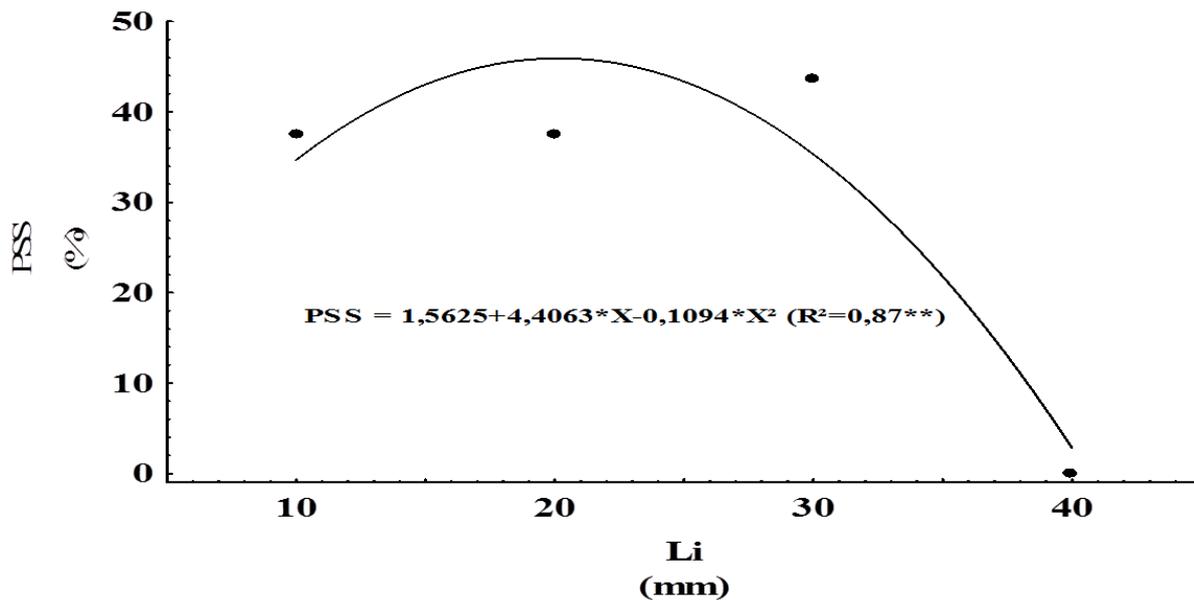


A Figura 6 mostra que a irrigação interfere no %PSS quando não se aplica a CM. Nessa condição o melhor ajuste foi o quadrático, indicando que a incorporação de CM proporcionou um equilíbrio mesmo aumentando a umidade do solo. (Tabela 3)

O ajuste mostra que a Li de 20mm é o limite máximo para um solo infestado com *Phytophthora* sp chegando a um valor de 45,76% de PSS. Lâminas acima de 20mm o PSS é

reduzido, observado nas lâminas de 30mm (34,85%) e 40mm (1,98%), em um solo infestado com o *Phytophthora* sp. Isso ocorre, segundo Figueirêdo et al (1970) devido a eclosão dos zoósporos móveis que causam infestações no sistema radicular da mandioca em solos muito úmidos.

Figura 6- Efeito da Lâmina de irrigação (Li) no percentual de plantas sem sintomas (PSS), na ausência da aplicação de casca de mandioca (CM).



No desdobramento da Li dentro de CM, ocorreu um aumento na %PSS com a aplicação do resíduo. Analisando as equações, observa-se duas com ajustes lineares (20 e 40mm) e as outras duas quadráticas (10 e 30mm) (Tabela 3).

Utilizando as equações na Tabela 2 para cada lâmina, quando se aplica metade da concentração máxima do experimento, 10% de CM, obtêm-se os seguintes resultados de %PSS: 48,32% (10mm); 62,45% (20mm); 45,59% (30mm) e 47,50% (40mm). Percebe-se que a lâmina de 20mm quando combinada com a concentração de 10% de CM incorporada ao solo resultou no aumento do PSS. Nas lâminas de 30 e 40mm o aumento do PSS resultou maiores concentrações de CM.

Ferreira et al (2011) recomendam aplicar 60% de CM no controle da Fusariose no solo em mudas de maracujá, Amorim et al (2005) ao realizarem o controle *P. drechsleri* recomendaram a incorporação de 20% de CM, que proporcionaram também o estímulo na emissão de raízes. Veras (2006) conseguiu reduzir os efeitos da Fusariose em quiabeiro

quando aplicou 10% de CM a nível de campo, comprovando o que foi observado nas concentrações de CM superiores a 10% em todas lâminas.

Tabela 2 Equações dos desdobramentos de Li (mm) dentro de CM (%) para o PSS

CMM (%)	Li (mm)			
	10	20	30	40
0	37,50	37,50	43,75	0,00
5	62,50	43,75	56,25	37,50
10	50,00	68,75	43,75	50,00
15	43,75	62,50	50,00	50,00
20	100,00	100,00	100,00	100,00
	$Y=47,32-1,8X+0,19X^2$ ($R^2=0,59^{**}$)	$Y=33,75+2,87X$ ($R=0,85^{**}$)	$Y=50,89-3,23X+0,27X^2$ ($R=0,79^{**}$)	$Y=5,00+4,25X$ ($R=0,88^{**}$)

3.5.2 Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST) e eficiência de uso de água (EUA)

A Figura 7 apresenta o efeito da interação entre a CM e Li sobre a MSR, percebe-se que a interação da CM na Li até 20mm mostra pouca variação em relação a esse parâmetro, mostrado pela coloração vermelho escuro. Em Li maiores percebe-se que há um aumento de MSR com o aumento de CM incorporada ao solo. Isso foi verificado para Li de 30mm que teve um aumento linear com o incremento da CM (Figura 8).

É necessário que ocorra um equilíbrio entre a matéria orgânica e a umidade no solo. Khiel, 1985 explica, que quando se aplica uma grande quantidade de resíduo orgânico, favorecendo os antagonistas a competirem por nutrientes e matéria orgânica, é necessário que se tenha uma estabilidade húmica que favoreça também a absorção de nutrientes pela planta.

Veras (2006) explica que em quantidades em torno de 100g kg⁻¹ incorporadas ao solo eleva-se a quantidade de antagonistas, mas quando se aplica quantidades menores não há diferença no controle da doença quando comparado sem incorporação. Diniz et al (2009) explicam que o aumento de matéria orgânica no solo proporciona um desequilíbrio entre patógeno e antagonistas quando trabalharam com manipueira acima de 75m³ ha⁻¹ houve uma maior incidência de podridão radicular na mandioca.

Figura 7- Efeito da interação entre Li (mm) e CM (%) sobre a MSR (g)

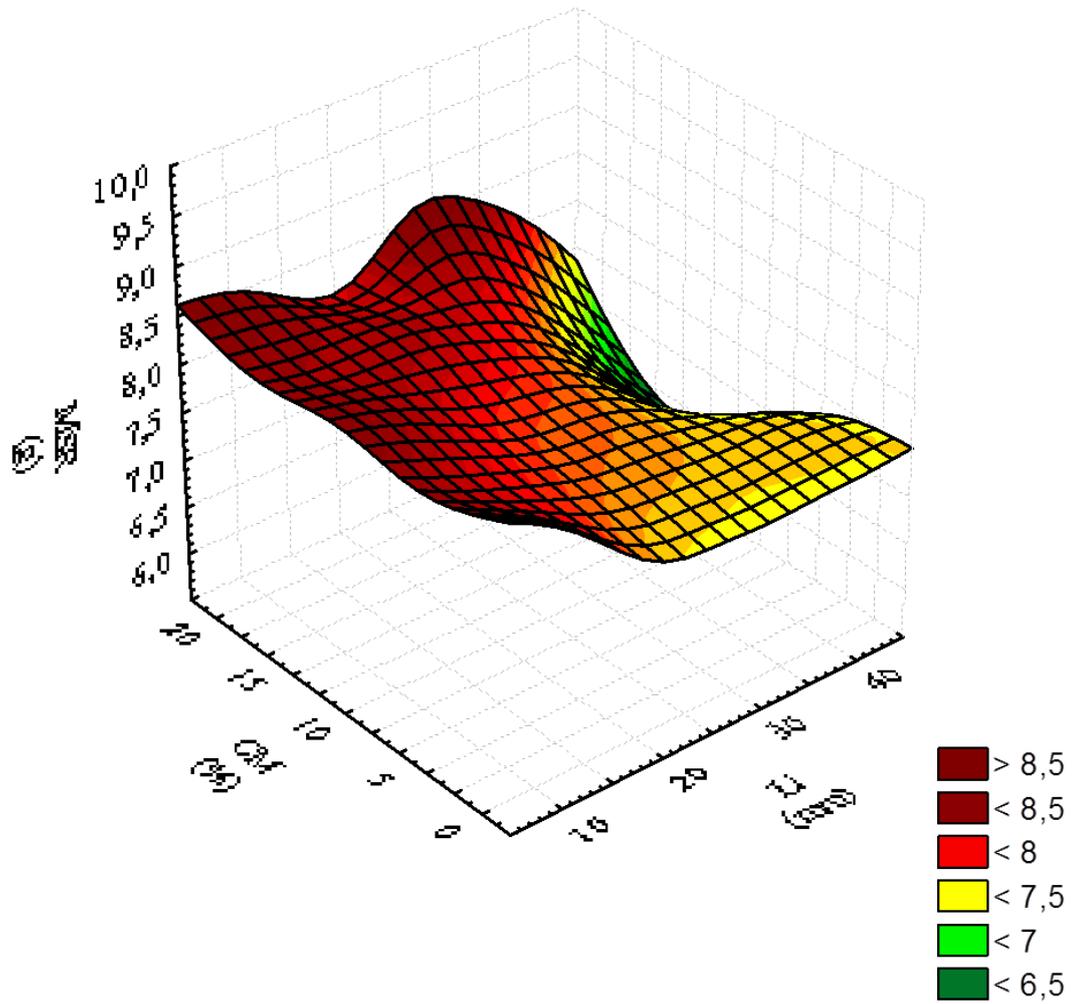
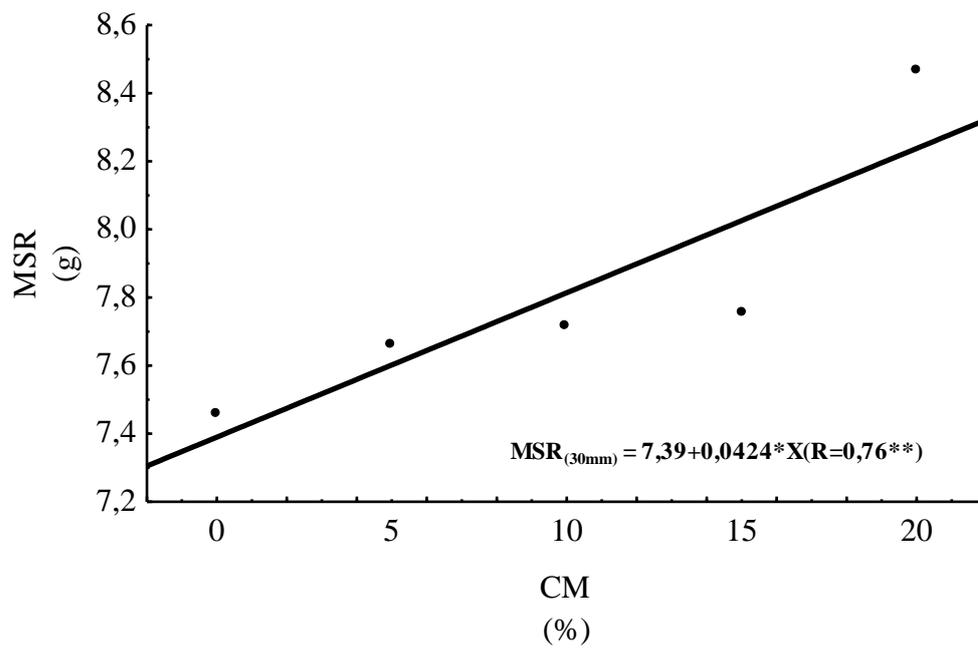
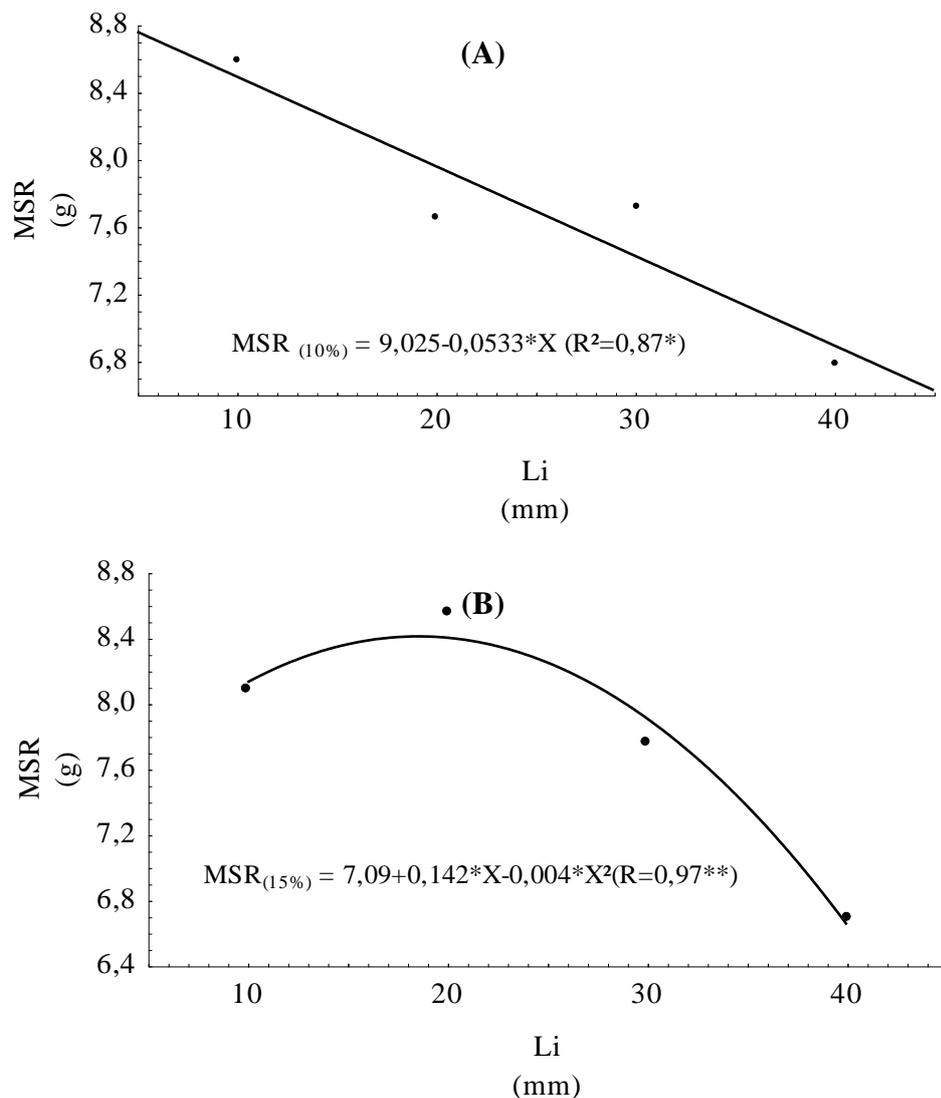


Figura 8- Efeito da CM (%) sobre a MSR (g) na Li 30mm



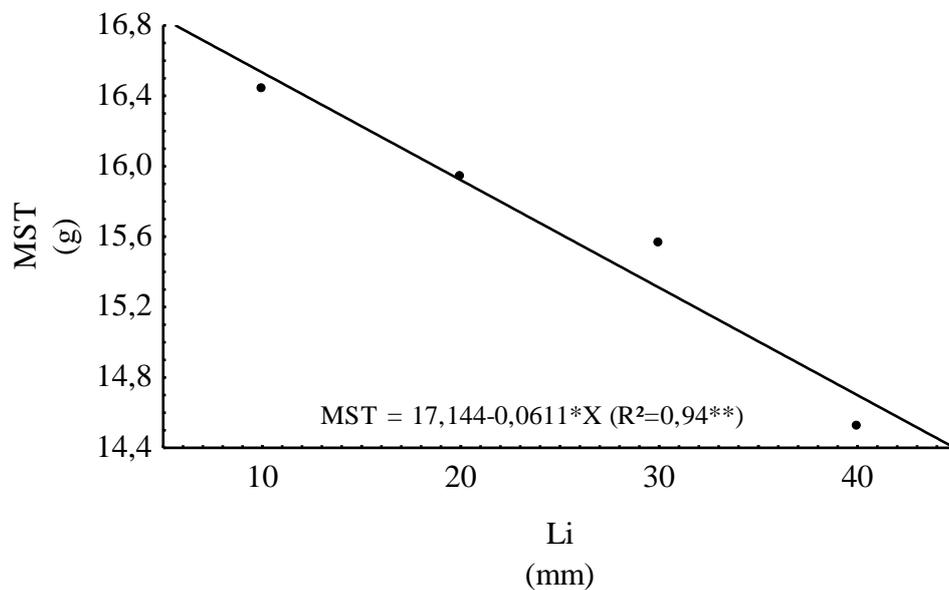
Analisando-se a influência da Li em relação a CM a 10% e 15% (Figura 9) observa-se que houve uma redução na MSR em função do aumento da Li: melhores ajustes para as concentrações de 10% (linear) e 15% (quadrático) de CM. Lâminas de irrigação de menor volume e com maior frequência influenciam no acúmulo de MSR. Souza; Fialho (2003) relatam que irrigações mais frequentes podem causar um desequilíbrio entre raiz e parte aérea, o que não aconteceu nesse experimento, que proporcionou um acúmulo de MSR em concentrações mais baixas de CM, favorecendo o sistema radicular, quando se aplicou uma quantidade menor de CM no solo infestado. Souza et al (2000) analisaram que irrigações mais frequentes aumentou a produção de frutos de melão.

Figura 9 - Efeito da Li sobre a MSR nas concentrações de 10% de CM (A) e a 15% de CM (B)

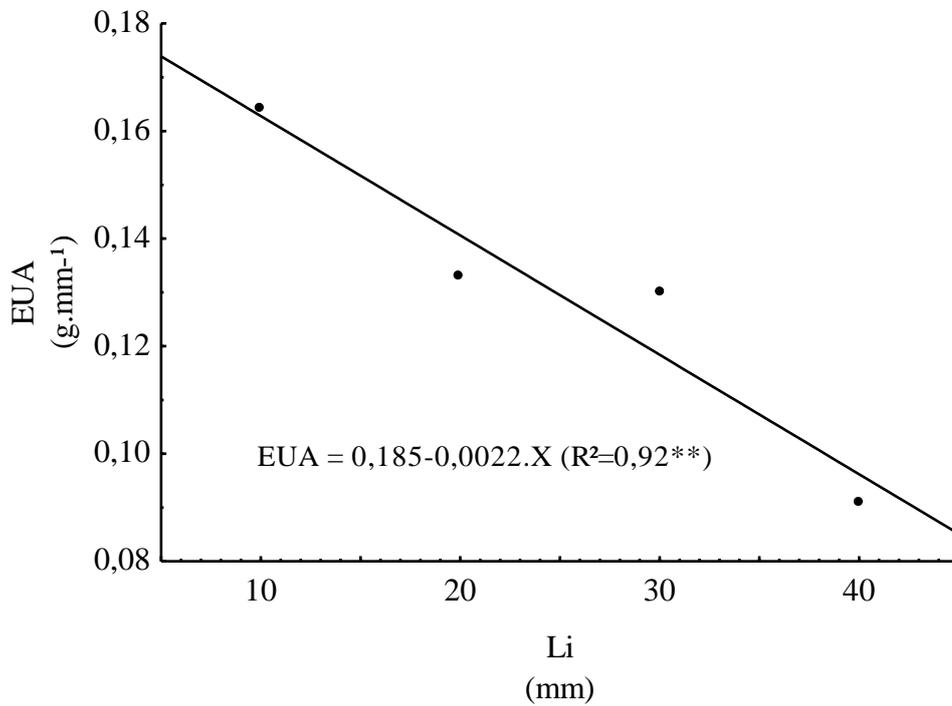


A matéria seca total (MST) e a eficiência de uso de água (EUA) apresentaram o mesmo comportamento da MSR em relação ao aumento da Li. A Figura 10 mostra que a MST decresceu de maneira linear sendo prejudicial nesse estágio também, mesmo não havendo uma forte correlação com o a incorporação CM no solo. A saturação mais elevada proporcionou uma redução no crescimento da raiz comprometendo o acúmulo de matéria seca.

Figura 10 - Efeito Li (mm) sobre a MST (g)



A EUA em relação a Li teve um ajuste linear com uma alta correlação ($r = -0,95^{**}$), proporcionando uma redução dessa variável com o aumento desse fator, devido a elevada umidade existente no solo nas maiores Li, interferindo no sistema radicular durante o enraizamento (Figura 11). Verifica-se que as menores Li proporcionaram uma maior EUA, devido provavelmente ao equilíbrio entre umidade e aeração do solo e por ser mais frequente no manejo da água na cultura.

Figura 11 - Efeito Li (mm) na EUA (g mm⁻¹)

As observações de SOUZA et al (2000), que recomendam uma irrigação mais frequente utilizando lâminas menores para se obter uma melhor EUA, corroboram com os resultados obtidos nesse trabalho

OLANREWAJU et al (2009) e ODUBANJO et al (2011) explicam que obteve-se melhores resultados para EUA na cultura da mandioca quando se atendeu as necessidades entre 60 a 75% da demanda por água pela cultura em ambientes tropicais. Porto et al (1989) afirmam que plantas irrigadas apresentam uma maior EUA.

3.6 CONCLUSÕES

- ✓ Há correlação entre CM e PSS e entre Li e EUA;
- ✓ O percentual de planta sem sintomas (PSS) diminui quando as Li são maiores que 20mm em solo infestado com *Phytophthora* spp sem adição de CM;
- ✓ Quando se incorpora 10% de CM na Li de 20mm há um aumento em 62,45% em PSS ;
- ✓ O aumento de CM no solo na lâmina de 30mm proporciona a elevação MSR;
- ✓ MST e EUA são reduzidas com o aumento das lâminas de irrigação.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, E.; LLANO, G.. Enfermedades del cultivo de la yuca y métodos de control. La Yuca en el Tercer Milenio. **Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali**, Colombia, p. 131-147, 2002.

ALVES, A., A., C.. Fisiologia da mandioca. In: Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. **EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical**, Cruz das Almas, 2006., 817p.

AMORIM, E.P.R; CARNAUBA, J. P.; SILVA, J. C.; SOBRAL, M. F. Efeito de resíduo orgânico sobre a incidência da podridão radicular da mandioca (*Phytophthora drechsleri*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 115, 2005.

ARAÚJO, F. das C. B.; SOUZA, L. C. de; OLIVEIRA, F. J. de; SILVA, J. L. S.; OLIVEIRA, R. L. L. de. Proporções de casca de mandioca no crescimento e índice de velocidade de germinação do pimentão. **Anais do 10º Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA**, 26 à 29 de setembro de 2012.

BAHRAMINEJAD, S; ABBASI, S.; MAASSOUMI, S. M.;TABEEN, S.. Evaluation of inhibitory effects of extracts of plants from western Iran against *Phytophthora drechsleri*. **Australian Journal of Crop Science**, v. 6, n. 2, p. 255-260, 2012.

BARRAU, C. PORRAS, M.; ROMERO, E.; ZURERA, C.; RAMOS, N.; SOARES, C.; ROMERO, F. *Brassica carinata* for control of *Phytophthora* spp. in strawberry field crops. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa , v. 32,n. 2,dez. 2009.

BRYLA, D. R.; LINDERMAN, R. G. Implications of irrigation method and amount of water application on *Phytophthora* and *Pythium* infection and severity of root rot in highbush blueberry. **HortScience**, v. 42, n. 6, p. 1463-1467, 2007.

CARNAÚBA, J. P. **Controle biológico, físico e químico de *Phytophthora palmivora* em plântulas de mamoeiro cv. sunrise solo**. Dissertação de Mestrado, UFAL/CECA, Rio Largo., 2006. 62p.

COSTA, J. L. da S.; MENGE, J. A.; CASALE, W. L. Controle biológico da podridão radicular de *Phytophthora* no abacateiro utilizando substratos orgânicos colonizados. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 239-246, 2000.

CRUZ, S.M.C.; RODRIGUES, A.A.C. SILVA, E.K C. e; OLIVEIRA, L.J.M.G. Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da fusariose do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v.39, n.3, p.180-185, 2013

DINIZ, M. de S.. Efeito da manipueira na adubação da mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, 2009.

FENILLE, R. C., SOUZA, N. L. de. notas científicas efeitos de materiais orgânicos e da umidade do solo na patogenicidade de *Rhizoctonia solani* KÜHN GA-4 HGI ao feijoeiro1. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 34, n. 10, 1999, p: 1959-67.

FERREIRA, R.; RODRIGUE, A.; CATARINO, A. Utilização do resíduo orgânico da casca de mandioca no controle de *Fusarium oxysporum* f .sp. *passiflorae* em maracujazeiro amarelo. **Cadernos de Agroecologia**, Fortaleza., v. 6, n. 2, dez 2011.

FIGUEIRÊDO M. M., F. C. de ALBUQUERQUE Podridão mole das raízes da mandioca (*Manihot esculenta*). EMBRAPA: **Pesq. agropec. bras.** 5:389-393. 1970

KHIEL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985, 492p.

LEONI, C.; GHINI, R.. Efeito do lodo de esgoto na indução de supressividade in vitro a *Phytophthora nicotianae*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 67-75, 2003.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. EDUSP, São Paulo., 2005., 331p.

MASSOLA JÚNIOR, N. S., BEDENDO, I. P. Doenças da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres., v. 2, 1997, 705p.

MENEZES, M; SILVA-HANLIN, N. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, 1997. 106p

MUNIZ, M. de F. S. et al. Caracterização de isolados de *Phytophthora drechsleri*, agente causal da podridão mole de raízes de mandioca. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 195-198, 2006.

ODUBANJO, O. O., OLUFAYO, A. A., OGUNTUNDE, P. G. Water use, growth, and yield of drip irrigated cassava in a humid tropical environment. **Soil and Water Research**, v. 6, n. 1, p. 10-20, 2011.

OLIVEIRA, S. L., MACEDO, M. M. C., PORTO, M C. M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 121-24, 1982;

OLANREWAJU, O. O. et al. Water use efficiency of *Manihot esculenta* Crantz under drip irrigation system in South Western Nigeria. **European Journal of Scientific Research**, v. 27, n. 4, p. 576-587, 2009.

POLTRONIERI, L. S., ALBUQUERQUE, F. C., TRINDADE, D. R., DUARTE, M. de L. R., BENCCHIMOL, R. L. Podridão mole das raízes de mandioca. In: LUZ, E. D. M. N., SANTOS, A. F. dos, MATSUOKA, K., BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Livraria Rural, Campinas-SP, 2001. 754p.

SANTOS, T. R. **Metodologia de inoculação em plântulas e reação de acessos de mamoeiro a *Phytophthora palmivora* Ilhéus – Bahia**. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2009, 58p. (Dissertação de Mestrado)

SILVA, C. A. D. **Prospecção em fitopatogênicos e avaliação de fontes de matéria orgânica sobre a supressividade da podridão radicular da mandioca**. Garanhuns: UFRPE, 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola)

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. Cultivo da mandioca para a região do Cerrado. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas 2003. Sistemas de Produção, 8 ISSN 1678-8796 Versão eletrônica, Jan., 2003.

SOUSA, V. F. de, COELHO, E. F., ANDRADE JUNIOR, A. S. de, FOLEGATTI, M. V., FRIZZONE, J. A.. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2000.

ROCHA, J. D. S., COELHO FILHO, M. A., LEDO, C. D. S., SANTOS, V. D. S., RIBEIRO, R. Produtividade e eficiência de uso de água de clones de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) sob irrigação e em condições de sequeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA**. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM., 2014.

URIBE, S. A., SABORÍO L., ARAUZ, F.L., CASTRO, L. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos, en la supresión de *Pythium myriotylum* en plantas de tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*). *Agronomía Costarricense*: Costa Rica., v. 34., n. 1, p: 17-29. 2010

VERAS, M. de S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de Fusarium em quiabeiros para a agricultura familiar maranhense**. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 2006., 83p.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. D. S. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 1, p. 59-85, 2009.

ZAMBON, J. C.. Aspectos toxicológicos de derivados de mandioca. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, v. 3, n. 1, 2007.

WONG, L.C.; QUEIROZ AMBRÓSIO, M. M.; SOUZA, N. L. de. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. *Summa Phytopathol.*, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 129-133, 2011.

4. EFEITO DA INCORPORAÇÃO DA CASCA DE MANDIOCA E DA IRRIGAÇÃO NO CONTROLE DA PODRIDÃO RADICULAR CAUSADA POR *Phytophthora* sp. NA FASE DE TUBERIZAÇÃO DA MANDIOCA DE MESA VAR. ROSINHA EM CONDIÇÕES DE CAMPO.

RESUMO

A mandioca é uma das culturas mais cultivadas e consumidas no mundo em todo o mundo, sendo o Brasil o quarto produtor mundial ficando atrás da Nigéria, maior produtor, Indonésia e Tailândia (maior produtor de fécula). A podridão radicular é um dos principais problemas que causam perdas a cultura da mandioca. O uso de táticas como controle químico, genético e cultural são utilizadas. O manejo correto da matéria orgânica no solo vem como alternativa no controle dessa doença, através da supressividade do solo. O objetivo desse experimento foi avaliar o efeito da casca de mandioca (CM) no controle da podridão radicular, na fase de tuberização da mandioca de mesa var. Rosinha, na condição de solo infestado e não infestado. O experimento foi conduzido no IFAL-Campus Satuba e constou de um delineamento em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4x2 com três repetições com dois fatores o primeiro tratamento do solo (CM 50g kg⁻¹ de solo – M50; CM 100g kg⁻¹ de solo – M100, fungicida – FM e não tratado – TEST) e o segundo a condição do solo (infestado – I e não infestado – NI) com três repetições. A parcela experimental tinha uma área de 3,2m² (1,6x2,0m) em uma área de 100m², contendo 9 plantas por parcela. A fileira central teve três vasos com uma planta cada, os vasos foram furados na parte inferior onde foi colocado areia lavada e brita zero para facilitar a drenagem. Foi aplicada uma lâmina de 20mm de acordo com a umidade atual do solo. Foram avaliados massa fresca e seca das raízes (MFR e MSR), matéria seca total (MST), altura de planta (AP), número de raízes (NR) e índice de colheita (IC). Foi realizada a análise de variância para obtenção do teste F e coeficiente de variação. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% para os contrastes das médias. Os tratamentos M50 e M100 tiveram os maiores valores em MFR e MSR em solo infestado e não infestado, o tratamento M100 contribuiu para o aumento do NR em 130% em relação a TEST, a MST, NR e o IC foram menores na condição de solo infestado. A incorporação de CM em condições irrigadas passa ser uma alternativa simples em relação ao uso de produtos químicos.

Palavras-chave: Raiz. Resíduo orgânico. Infecção

EFFECT OF THE ADDITION OF CASSAVA PEEL ON THE ROOT ROT CONTROL CAUSE BY *Phytophthora* sp. IN THE STAGE OF TUBERIZATION OF SWEET CASSAVA var. ROSINHA UNDER FIELD CONDITIONS

ABSTRACT

Cassava is one of the most cultivated crops in the world and consumed worldwide, being Brazil the world's fourth largest producer of cassava, below Nigeria, the largest producer, Indonesia and Thailand (largest starch producer). The root rot is one of the main problems causing losses to the cassava crop. The use of tactics, such as chemical control, genetic and cultural are utilized. The right management of organic matter on soil appears as an alternative in the control of this disease through the soil suppressiveness. The aim of this experiment was to evaluate the effect of ground cassava peel (CM) in the control of root rot during the stage of tuberization of sweet cassava var. Rosinha under the infested and non infested soil condition. The experiment was conducted at IFAL - Satuba Campus and consisted of completely randomized block design, in factorial arrangement 4x2 with three repetitions with the first two factors, the first treatment on soil (CM 50g.kg⁻¹ of soil – M50; CM 100g.kg⁻¹ of soil – M100, fungicide – FM and untreated) and the second with the soil condition (infested - I and non infested - NI) the experimental plot had an area of 3,2m² (1,6x2,0m) in a 100m² area, containing nine plants per plot. In the central row were positioned three pots with one plant each, the pots were perforated on the bottom and it was placed washed sand and gravel zero in order to facilitate drainage. It was applied a 20mm water blade in accordance with current soil moisture. Were evaluated moistured and dry matter of roots (MFR and MSR), total dry matter (MST), plant height (AP), number of roots (NR) and harvest index (IC). Was performed the analysis of variance to determine the F-test variation coefficient and applied the Tukey test at 5% for the contrast of the means. Treatments M50 and M100 had the highest moistured and dry matter of roots in infested and non infested soils, plant height was higher on treatment with cassava peel, and the M100 treatment contributed to the increase of the number of roots and 130% in relation to TEST, total dry matter, number of roots and harvest index were the lowest under the infested soil condition. The incorporation of CM in irrigated conditions shall be a simple alternative to the use of chemicals.

Key words: root, organic residue and infestation

4.1 INTRODUÇÃO

A mandioca é uma cultura de subsistência para inúmeras populações no mundo. Em 2013 foram produzidas 281.718.000 toneladas de mandioca em todo o mundo, sendo o Brasil o quarto produtor mundial de mandioca com 21.449.000 toneladas. No Nordeste brasileiro, os maiores estados produtores de mandioca, safra 2013, são Maranhão, Bahia e Ceará (CONAB, 2013). Em Alagoas a mandioca desenvolve-se bem no agreste do estado, em alguns municípios da zona da mata e do litoral, entretanto a primeira possui uma maior quantidade de produtores responsável por 70% da produção do estado, com destaque para os municípios de Arapiraca, São Sebastião e Campo Alegre. O estado obteve a 7ª colocação na produção de mandioca com 240.448 toneladas e a segunda em produtividade com 13,36t.ha⁻¹ (CONAB, 2013).

Rústica aos fatores edafo-climáticos, a mandioca produz bem em solos de boa fertilidade em região dos tabuleiros costeiros, com pH entre 5,5 a 7,0, classe textural arenosa ou média e uma boa drenagem natural; o cultivo de sequeiro é realizado no início das chuvas e a colheita realizada de acordo ciclo de vida e utilização (mesa ou indústria) das variedades escolhidas (GOMES; LEAL, 2003).

Os primeiros 90 dias são fundamentais para seu estabelecimento no campo, necessitando de uma boa nutrição e suprimento hídrico. Seu ciclo de cultivo entre 8 a 10 meses nas cultivares de mesa em sequeiro, podendo ser antecipado para 7 a 8 meses irrigada (ALVES, 2006; DINIZ et al, 2009; ROCHA et al, 2014). Oliveira et al (1982) e Porto et al (1989) recomendam irrigar nos cinco primeiros meses para uma boa produção dessa planta.

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos produtores é a podridão radicular, cujos sintomas primários são quantidade reduzidas de raízes e raízes jovens fibrosas e nas plantas adultas, podridão mole nas raízes que exsudam um líquido com mau cheiro (POLTRONIERI et al, 2001; MOURA; SILVA, 1997). Os sintomas se dão em reboleiras, tendo como fonte de inóculo restos culturais infectados. (MASSOLA JÚNIOR; BEDENDO, 2005).

Para o controle da podridão radicular causada por *Phytophthora* sp em mandioca, entre, outras medidas, recomendam-se a adoção de cultivares resistentes; a utilização de manivas que possuem procedência confiável ou o seu tratamento através da imersão por 10 minutos numa suspensão de Fosetyl - Al (80%) na concentração de 2 g.L⁻¹. (MASSOLA JÚNIOR; BENDENDO, 2005).

O manejo da matéria orgânica no solo através da aplicação de resíduos tanto de origem vegetal como animal com a finalidade de reduzir a ação de patógenos no solo e aumentar os antagonistas e competidores por nutrientes é uma alternativa ao uso de produtos químicos, aumentando a supressividade do solo. (BLOK et al., 2000).

Uso de partes da planta, folhas e o córtex das raízes (casca), vem sendo muito utilizadas no controle alternativo de podridão radicular ou como estimulante no crescimento radicular e da planta, sendo a mandioca uma planta de grande interesse para esse fim, podendo estar combinada com outras estratégias de controle. Zambon (2007) explica que a mandioca através do metabolismo secundário libera compostos orgânicos, glicosídeos cianogênicos, precursores do ácido cianídrico que são produzidos na folha e armazenados nas raízes (córtex), desencadeada naturalmente em situações de estresse mecânico ou biológico, inibindo infecções no seu sistema radicular por patógenos veiculados pelo solo.

O uso de casca de mandioca para o controle da podridão radicular da mandioca vem sendo pesquisado. Amorim et al., (2005) obtiveram o controle dessa doença ao usarem entre outras matérias orgânicas, a casca de mandioca moída a 20% v v⁻¹ (200g kg⁻¹) em vasos de 400mL sob condições de casa de vegetação. Araújo et al (2012) observaram que a casca de mandioca (CM) proporcionou uma maior altura de crescimento das mudas de pimentão quando utilizaram 10g kg⁻¹ de solo de CM um aumento significativo no seu índice de velocidade de germinação com 40g kg⁻¹ de solo de CM. Em quiabeiro, Veras (2006) obteve o controle da Fusariose usando 100g kg⁻¹ de solo de CM. Wong et al (2011) controlaram patógenos do solo com folhas de mandioca incorporada ao solo (25g kg⁻¹) com uma relação C/N em torno de 20:1. Ferreira et al (2012) conseguiram controlar a Fusariose em mudas de maracujá aplicando 60g.kg⁻¹ de casca de mandioca aumentando a supressividade do solo na produção de mudas em casa de vegetação.

Esse experimento teve como objetivo avaliar o efeito da casca de mandioca associada a irrigação no controle da podridão radicular da mandioca (*Phytophthora* sp.).

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na área destinada a produção e pesquisa do Instituto Federal de Alagoas Campus Satuba- Estado de Alagoas (9°34'20"S e 35°49'27"W).

4.2.2 Preparação da casca de mandioca e preparo do solo nos vasos

A casca de mandioca foi obtida de uma empresa de beneficiamento localizada no município de Coqueiro Seco – AL (9°38'21"S e 35°48'27"W) e colocada para secar em estufa de ventilação forçada a $65\pm 2^{\circ}\text{C}$ 72-96h. Após a secagem foi triturada na forrageira e acondicionada em sacolas plásticas em local seco, (FIGURA 12).

Figura 12 – A casca da mandioca



Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR; SILVA (2015)

Foi retirada uma amostra de 100g desse resíduo para análise da relação C/N, pH em água, macro e microelementos. A análise de solo foi realizada para avaliação da fertilidade e recomendação de correção do solo e adubação de fundação. A CM foi incorporada nos vasos com 15 dias de antecedência do plantio, nos tratamentos que receberam esse resíduo nas quantidades de 144g (M100: 100g Kg⁻¹ de solo) e 72g (M50: 50g Kg⁻¹ de solo).

Em vasos para 26kg, com 27cm de profundidade foram feitos furos na parte inferior do vaso para drenagem, onde também foram colocados uma camada de cinco centímetros de brita zero e areia fina para ajudar na drenagem. E em seguida foram preenchidos com o solo do próprio local deixando cinco centímetros de folga da borda. Os vasos foram enterrados deixando três centímetros acima do nível do solo e colocados em linhas espaçadas de um metro para bordadura.

Foram utilizadas para o plantio manivas da var. Rosinha com sete a oito centímetros de comprimento, com quatro a cinco gemas, plantadas na posição horizontal, colocando duas manivas por vaso onde efetuou-se depois a eliminação escolhendo a mais desenvolvida.

4.2.3 Manejo de irrigação

Utilizou-se vaso de 400mL, onde se colocou uma lâmina de 20mm (160mL) e a curva da umidade no tempo foi retirada a cada 24h para estimativa da capacidade de campo, realizada para determinar a frequência de irrigação, utilizando uma balança de precisão para o cálculo das massas úmidas e secas (LIBARDI, 1995). Os vasos possuíam uma área de $5,72 \times 10^2$. m², onde aplicou-se um volume de 1,144 L representando a lâmina de 20 mm. O manejo de irrigação foi monitorado pela umidade atual do solo pelo método das pesagens periódicas (KLAR et al, 1986). (Equação 3 e 4)

$$Uu = (MP - MA) \times \left(\frac{\rho_p}{(\rho_p - 10^3)} \right) \times 10^{-3} \quad (\text{Eq.03})$$

$$U = \frac{Uu}{1 - Uu} \quad (\text{Eq.04})$$

Em que:

Uu= umidade a base de massa úmida, kg kg⁻¹; MP= massa padrão. g; MA= massa da amostra, g, ρ_p = densidade das partículas, kg m⁻³; U= umidade a base de massa seca, kg kg⁻¹.

Foi utilizado um sistema de irrigação por microaspersão no espaçamento 2 x 2 m com vazão de 50 L h⁻¹, as linhas laterais eram compostas por quatro aspersores espaçados e foram instaladas para uma área total de 56m², sendo a área útil irrigada de 36m². Para uma melhor uniformidade colocou-se quatro laterais dando um total de 16 microaspersores. O tempo de

irrigação foi calculado pela razão entre o volume para área útil de 720 L e a vazão do sistema 800 L h⁻¹, obtendo-se 54 min. A captação do volume requerido foi de um reservatório de 10.000 L e linha principal de 50 mm de diâmetro e um registro gaveta para a derivação para a secundária. Todo o sistema foi operado de forma manual e por gravidade.

4.2.4 Infestação do solo e determinação da incidência da doença

O isolado de *Phytophthora* sp. foi repicado para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio V-8, mantido sob luz contínua a temperatura ambiente 25±2°C entre 10 a 12 dias. Em seguida foi utilizado para preparação da suspensão de inóculo, conforme SANTOS (2009); CARNAÚBA (2006). A infestação do solo com 50 mL vaso⁻¹ da suspensão do inóculo ajustada para 1,70 x 10⁶ esporângios mL⁻¹, foi realizada quando as plantas atingiram 45 dias após a emergência. O período de observação foi realizado ao longo do cultivo após a infestação, sendo avaliados durante 150 dias para a verificação dos sintomas *in vivo*, determinando-se a incidência da doença a cada 15 dias.

4.2.5 Delineamento experimental e análise dos dados

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso com dois fatores, o tipo de controle e condição do solo, em arranjo fatorial 4x2 com três repetições, sendo quatro tratamento do solo (TS); M50 (50g kg⁻¹ de solo); M100 (100g kg⁻¹ de solo); FM (mancozeb 2g L⁻¹); TEST (sem tratamento) e duas condições de solo (CS): infestado (I) e não infestado (NI), totalizando 8 tratamentos.

Os parâmetros avaliados foram a matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), índice de colheita (IC) segundo Conceição, 1979 (Equação 5), altura de planta (AP) e número de raízes sadias (NR). A parcela experimental foi constituída por três vasos contendo uma planta cada. Foi realizada a ANOVA do experimento para determinação do teste F e CV(%) e o teste de Tukey a 5% para os contrastes dos tratamentos (Figura 13).

$$IC = \left(\frac{MSR}{MST} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que: IC= índice de colheita, %; MSR= matéria seca da raiz, g e MST= matéria seca total, g.

Figura 13 – Etapas do experimento: detalhe da área experimental (A)- vasos e sistema de irrigação (B), plantio de manivas (C) e cultivo com 80 dias (D)



Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR; SILVA (2015)

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Análise geral dos dados

A Tabela 3 mostra a composição da análise da CM. os valores encontrados para a relação C/N se assemelham aos encontrados por Wong et al (2011) e os valores de pH, fósforo, potássio e cálcio diferem dos obtidos por Veras; Silva (2007). Essa diferença pode ser devida a nutrição da planta, o local em que o resíduo foi adquirido a aplicação de corretivos associados a micronutrientes, que é bastante empregado.

Apesar de ser uma fonte baixa de nutrientes para planta, a C/N de 24:1 proporciona uma bioestabilidade contribuindo para o aumento de antagonistas por um período mais longo no solo, confirmado por Khiel (1985); Valente et al (2009). A prospecção realizada antes da infestação mostra o solo tratado com CM ocorreu o surgimento de *Trichoderma* sp quando comparado ao fungicida e testemunha.

Tabela 3 – Composição da análise da CM

C/N	pH (água)	N	P	K	Ca	Fe	Cu	Mn	Zn
		(g kg ⁻¹)				(mg kg ⁻¹)			
24:1	6,10	1,39	0,80	4,80	4,50	1583,00	21,34	28,34	65,12

Em relação a fertilidade, o solo do experimento apresentou um pH igual a 6,3 potássio 2,3 mmolc.dm⁻³ (médio), fósforo 77 (alto), cálcio 76 (muito alto), magnésio 13 mmolc.dm⁻³ (alto) e V=84,5% (alto), segundo Trani; Carrijo (2011) consideram essa condição de solo de alta fertilidade. Além disso o solo da área experimental encontrava-se em repouso por quase 10 anos e não tinha sido cultivado com mandioca. (Tabela 4)

Tabela 4 – Análise química do solo pH, V e macronutrientes.

pH (água)	V (%)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca (mmolc.dm ⁻³)	Mg
6,30	84,5	0,80	2,30	76,0	13,0

A Tabela 5 apresenta a análise da variância para os quadrados médios para os parâmetros matéria fresca de raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca total (MST), altura de planta (AP), número de raízes sadias (NR) e índice de colheita (IC). De acordo com o teste F, percebe-se que ocorreu interação significativa entre os fatores TS e CS para os parâmetros MFR e MSR. Para MST a CS foi significativa, não houve significância para AP, em relação a NR e IC não houve interação entre os dois fatores, porém TS e CS foram significativos para esses dois parâmetros de maneira independente.

Tabela 5- Efeito do tratamento do solo (TS) e da condição do solo (CS) na MFR (g), MSR (g), MST (g), NR, AP (cm) e IC (%).

FV	GL	QM					
		MFR	MSR	MST	NR ¹	AP	IC
TS	3	113708,33*	11901,48*	35486,67ns	0,50*	0,07ns	231,31*
CS	1	1416204,17**	125137,04**	335120,67**	0,94*	0,03ns	975,89**
TSxCS	3	158456,94**	9348,15*	45634,00ns	0,13ns	0,04ns	131,47ns
Bloco	2	1287,50ns	763,29*	3801,17ns	0,07ns	0,08ns	130,47ns
ERRO	14	26794,64	2547,10	17319,88	0,12	0,02	59,06
CV(%)		26,30	24,29	27,00	18,62	13,02	19,14

** : significativo a 1% pelo teste F

* : significativo a 5% pelo teste F

ns : não significativo

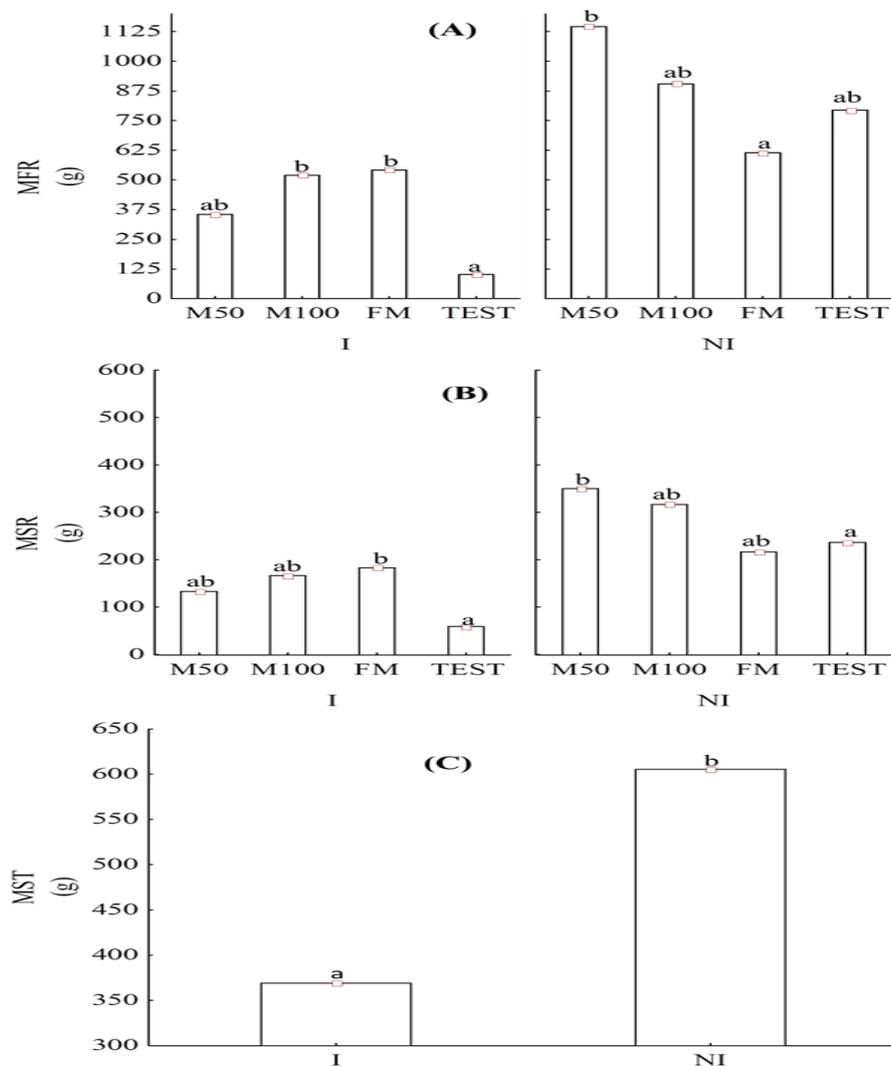
¹ : transformado em $(x+0,5)^{0,5}$

4.3.2 Matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST)

De acordo com teste de Tukey a 5% pode-se afirmar que: a MFR na CS I os tratamentos M100 e FM foram superiores a TEST, não diferindo de M50. O tratamento M50 não diferiu da TEST. Na CS NI o tratamento M50 foi superior a testemunha e não diferiu de M100 e FM. Os tratamentos M100 e FM não diferiram da TEST (Figura 14-A). Para a MSR na CS I o tratamento M100 foi superior a testemunha, não diferindo de M50 e FM. Os tratamentos M50 e FM foram semelhantes a TEST. Na CS NI o tratamento M50 foi superior a TEST não diferindo de M100 e FM, M100 e FM semelhantes a TEST (Figura 14-B). Percebe-se que M100 proporcionou os maiores acúmulos de MFR e MSR, embora não tenha diferido de M50 e FM na CS I, podendo ser utilizado como método alternativo para solos nessa condição, Amorim et al (2005) controlaram a podridão radicular incorporando 200g kg⁻¹

de CM no solo e ainda perceberam o estímulo no crescimento radicular. Veras (2009) não recomenda a incorporação de CM inferior a 100g kg^{-1} de solo, pois constataram que não houve redução do efeito da fusariose em quiabo, nessas condições. Por outro lado Ferreira et al (2012) conseguiram, com 60g kg^{-1} de CM, controlar fusariose no maracujá. Nota-se que a CS NI foi superior a I para ambos os parâmetros MFR, MSR e MST (Figuras 14-A, B e C), devido a fertilidade que se encontrava o solo da área experimental, proporcionando um bom desenvolvimento do sistema radicular e mostrando também que o patógeno nessa condição proporciona uma maior interferência no sistema radicular da cultura.

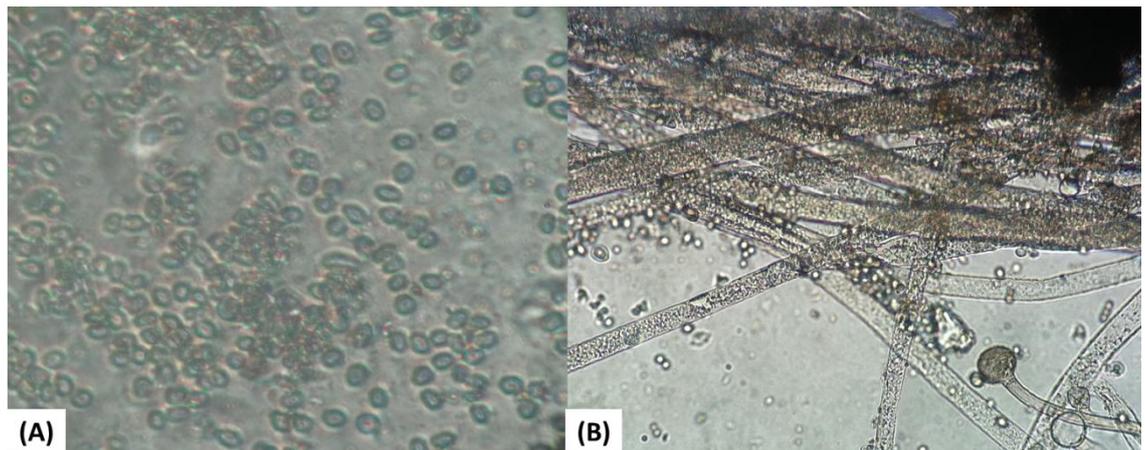
Figura 14 – Efeito do TS e da CS na MFR: (A), MSR: (B) e MST: (C).¹



¹Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Um outro ponto a ser considerado é a presença de antagonistas e saprófitos como *Trichoderma* sp e *Rhizopus* sp (Figura 15). Nos tratamentos com CM foi proporcionado a bioestabilização do resíduo (C/N de 24:1), sendo um material que contém mais fibra, conforme verificado por Veras (2009). Fenille; Souza (1999) ressaltam que uma C/N elevada proporciona uma ação mais prolongada do que o tratamento com fungicida e favorece o aumento de antagonistas. Esse mesmo efeito foi conseguido por Costa et al (2000), através do uso de compostos bioativos, que controlaram *P. cinnamomi* em abacateiro e que aumentaram em 38% suas raízes e por Görgen et al (2009) que obtiveram o controle do mofo branco da soja com *Trichoderma* sp na palhada de *Brachiaria ruziziensis*.

Figura 15 – *Trichoderma* sp: (A) e *Rhizopus* sp: (B) encontrados em solos com incorporação de CM

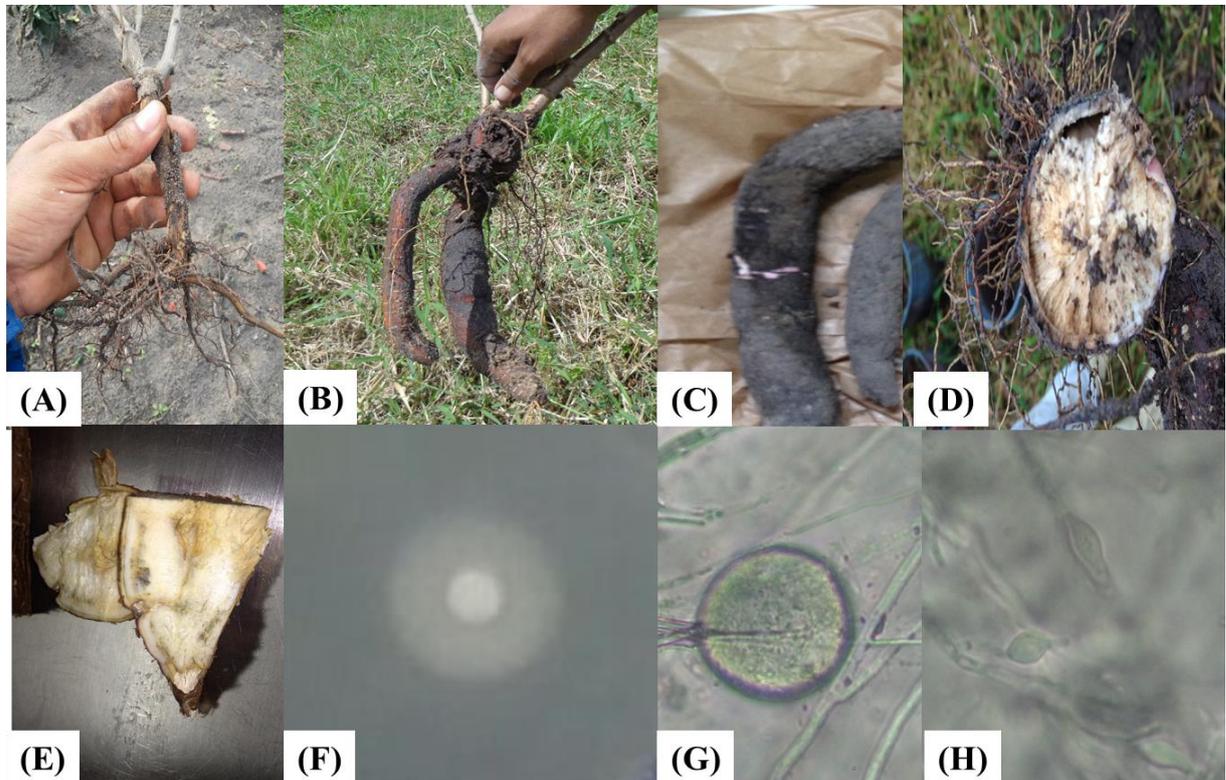


Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR; SILVA (2015)

4.3.3 Número de raízes (NR) e índice de colheita (IC)

As Figuras 16A-E mostram os sintomas da podridão em raízes jovens e adultas principalmente na TEST em que a incidência foi maior (55,56%), influenciando no NR, semelhantes aos descritos por Fukuda; Otsubo (2003); Poltronieri et al (2001). No reisolamento a colônia apresentou um aspecto semelhante ao do isolamento inicial, apresentando estruturas de resistência (clamidósporos) e as assexuadas (esporângios) (Figuras 16F-H).

Figura 16 – Podridão radicular: Podridão em raízes jovens: (A); podridão em raízes maduras:(B-D) e re-isolamento do patógeno: aspecto da colônia (E), clamidóspors (G) e esporângios (H).



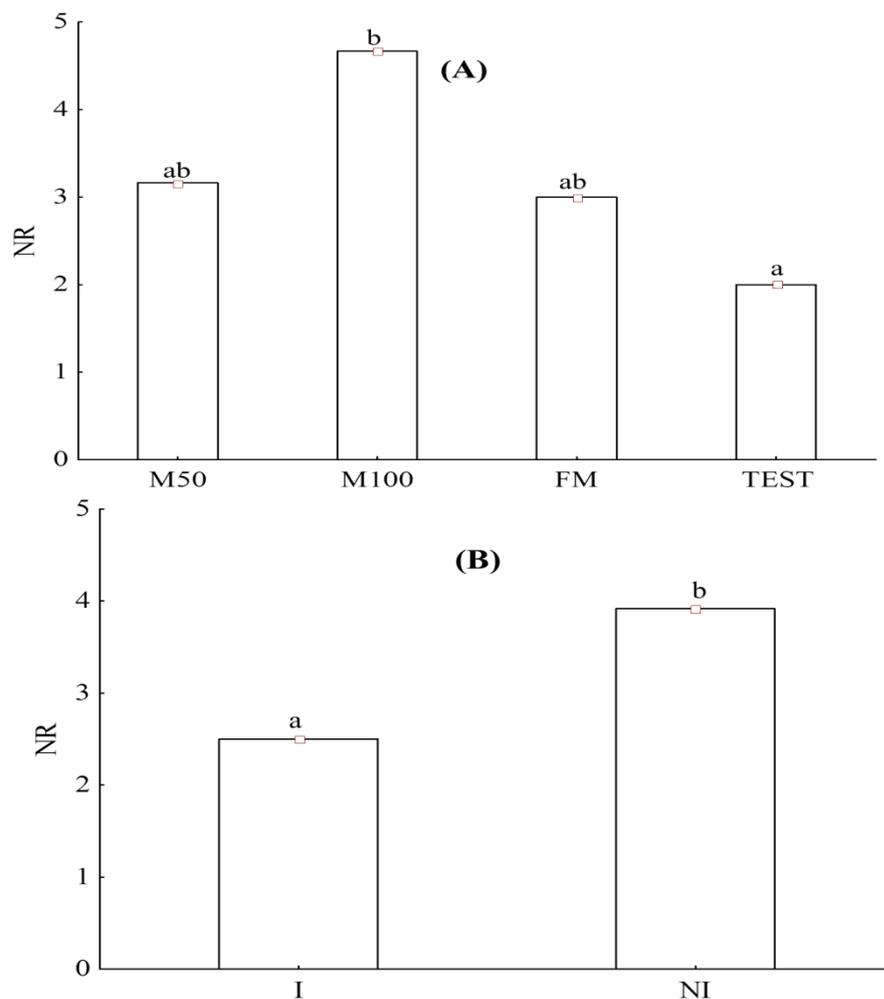
Fonte: NASCIMENTO JÚNIOR; SILVA, 2015

De acordo com teste de Tukey a 5% pode-se afirmar em relação ao NR: o tratamento M100 foi superior a testemunha não diferindo de M50 e FM. Os tratamentos M50 e FM não diferiram da TEST, entretanto quando não se realiza a incorporação ou tratamento das manivas a redução do NR em relação ao tratamento com maior incorporação de CM foi de 60%. Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos com CM e o FM sobre a podridão radicular, esse resíduo passa ser uma alternativa viável no controle da podridão atuando na supressão biótica e abiótica de patógenos habitantes do solo, com mais eficiência em relação aos fungicidas. (Figura 17-A)

Na condição do solo I o NR foi 56% menor do que o NI, influenciado pela fertilidade do solo, que apresentou teores de potássio no valor de $2,3 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ considerado médio e de $76,0 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ para o cálcio, considerado muito alto no solo (TRANI; CARRIJO, 2007). Silva (2011) explica que doses de cálcio 25% e 50% acima da recomendada contribuiu para uma incidência de *Phytophthora nicotinae* em 50%, conforme observado no tratamento I. Por

outro lado, na condição NI houve um incremento no NR devido a fertilidade do solo. Outra explicação está na relação C/N de 24:1 do resíduo utilizado, que proporcionou a atividade microbiana do solo, favorecendo antagonistas como *Trichoderma* sp. ou liberando nutrientes para as raízes (Costa et 2000; Görgen et al (2009) (Figura 17-B)

Figura 17 – Efeito do tratamento de solo (TS): A e da condição do solo (CS) : B , no NR²



²Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

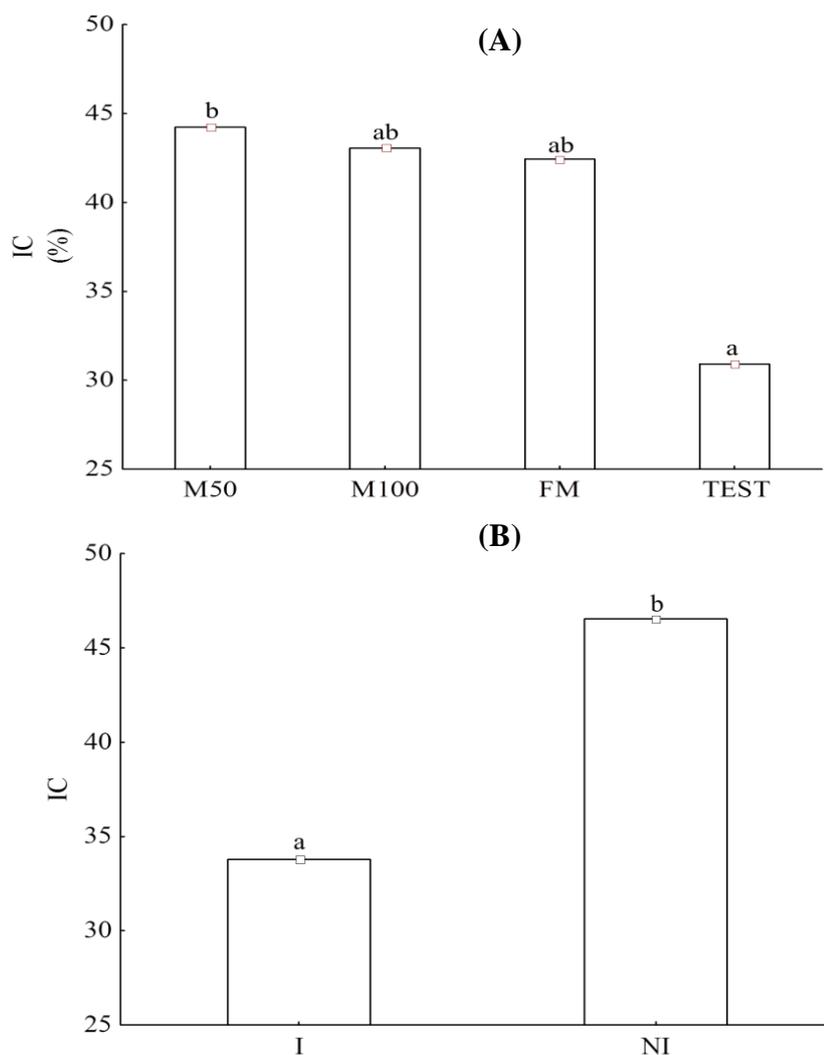
O índice de colheita (IC) expressa a razão da quantidade de matéria seca da raiz e a matéria seca total. Nesse experimento o IC teve uma correlação positiva com MSR ($r=0.70^{**}$), conforme Figura 17-A.

Observa-se que o tratamento CM50 foi o que mostrou o maior IC superando em 43,09% a testemunha não tratada, isso ocorre como explicado anteriormente. Trata-se dos efeitos da CM sobre o desenvolvimento radicular. Esse resultado reflete na MSR, pois os

tratamentos que obtiveram os maiores IC, a planta transportou os fotoassimilados para as raízes (Figura 18-A).

Nota-se na Figura 18-B, que as condições do solo tiveram comportamento diferentes em relação a fertilidade do solo, provocado pelo alto nível de cálcio, encontrado na análise de solo ser considerado muito alto, de acordo com Trani; Carrijo (2007) e dessa maneira pode ter interferido no IC na condição de solo infestado. Silva (2011) afirma isso em seu experimento quando aplica de 25% a 50% acima da recomendação de cálcio, contribuindo para incremento da incidência da doença em citros. Na condição não infestada, o comportamento foi diferente pois os teores de cálcio não foram limitantes para o aumento do IC que foi de 43,09% a mais do que o solo sob infestação.

Figura 18 – Efeito do TS (A) e da CS (B) no IC³



³Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

4.4 CONCLUSÕES

- ✓ A MFR e MSR apresentam maiores valores na CS I, quando se incorpora CM nos tratamentos M50 e M100;
- ✓ Na CS I a TEST apresenta os menores valores de para MFR e MSR apresentando uma incidência de 55,56% devido a *Phytophthora* sp;
- ✓ A matéria seca total (MST) sofre interferência da condição do solo, sendo o acúmulo maior em solos não infestados;
- ✓ A aplicação 100g kg⁻¹ contribui para o aumento de 60% a mais do a TEST no NR;
- ✓ Solo infestado com *Phytophthora* sp. contribui para um menor NR e consequentemente para um menor (IC);
- ✓ Os tratamentos M50 e M100 não diferiram do tratamento FM em relação ao IC, sendo uma alternativa viável no controle da podridão radicular.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, E.; LLANO, G. Enfermedades del cultivo de la yuca y métodos de control. La Yuca en el Tercer Milenio. **Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali**, Colombia, p. 131-147, 2002.

ALVES, A., A., C.. Fisiologia da mandioca. In: **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, 2006., 817p.

AMORIM, E.P.R; RAMOS, J. P. C; SILVA, J. C.; SOBRAL, M. F. Efeito de resíduo orgânico sobre a incidência da podridão radicular da mandioca (*Phytophthora drechsleri*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 115, 2005.

ARAÚJO, F. das C. B.; SOUZA, L. C. de; OLIVEIRA, F. J. de; SILVA, J. L. S.; OLIVEIRA, R. L. L. de. Proporções de casca de mandioca no crescimento e índice de velocidade de germinação do pimentão. **Anais do 10º Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA**, 26 à 29 de setembro de 2012.

CARNAÚBA, J. P. **Controle biológico, físico e químico de *Phytophthora palmivora* em plântulas de mamoeiro cv. sunrise solo**. Dissertação de mestrado, UFAL/CECA, Rio Largo., 2006. 62p.

CONCEIÇÃO, A. J. **A Mandioca**. Cruz das Almas: UFBA/EMBRAPA/BN/BRASCAN NORDESTE, 1979. 382 p

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. **Conab**, Brasília , v.1, 2013., 154p.

COSTA, J. L. da S.; MENGE, J. A.; CASALE, W. L. Controle biológico da podridão radicular de *Phytophthora* no abacateiro utilizando substratos orgânicos colonizados. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 4, p. 239-246, 2000.

DINIZ, M. de S.; OLIVEIRA, A. M. G.; PEREIRA, N. L.; DE OLIVEIRA, J. L. Avaliação de variedades de mandioca mansa com agricultores familiares de Guaratinga, BA. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 255-259, 2009.

FERREIRA, R.; RODRIGUE, A.; CATARINO, A. Utilização do resíduo orgânico da casca de mandioca no controle de *Fusarium oxysporum* f .sp. *passiflorae* em maracujazeiro amarelo. **Cadernos de Agroecologia**, Fortaleza., v. 6, n. 2, dez 2012.

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. **EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. Sistemas de Produção**, v. 7, 2003.

GOMES, J. de C.; LEAL, E. C. Cultivo da mandioca para a região dos tabuleiros costeiros. **Embrapa Mandioca e Fruticultura, Sistemas de Produção**, v. 11, 2003.

GÖRGEN, C. A.; SILVEIRA NETO, A. D.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; LOBO JÚNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1583-1590, 2009.

LEONI, C.; GHINI, R. Efeito do lodo de esgoto na indução de supressividade *in vitro* a *Phytophthora nicotianae*. **Fitopatologia Brasileira**, v.28., n. 1, p: 067-075. 2003.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. EDUSP, São Paulo., 2005., 331p.

KHIEL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985, 492p.

KLAR, A. E. **Frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel., 1991, 156p.

MASSOLA JÚNIOR, N. S., BEDENDO, I. P. Doenças da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres., v. 2, 1997, 705p.

MORAIS, M. dos S.; NASCIMENTO, L. C do; MOREIRA, K. A.; SILVA, M. da; CAVALCANTI, N. T. D. O. Levantamento e avaliação da incidência das doenças da mandioca no estado da Paraíba. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 204-206, 2013.

MOURA, G. de M.; SILVA, M. D. O. da. Avaliação de resistência de cultivares de mandioca à podridão de raízes. **EMBRAPA**, Rio Branco., 1997., 4p. (Comunicado Técnico)

MUNIZ, M. F. S.; ANDRADE, F. W. R. D.; QUEIROZ, F. M.; MOURA FILHO; G., MENEZES, M.. Caracterização de isolados de *Phytophthora drechsleri*, agente causal da podridão mole de raízes de mandioca. **Fitopatol. bras.**, v. 31, n. 2, p. 195-198, 2006.

OLIVEIRA, S. L., MACEDO, M. M. C., PORTO, M C. M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 121-24, 1982.

POLTRONIERI, L. S. et al. Podridão mole das raízes de mandioca. In: LUZ, E. D. M. N., SANTOS, A. F. dos, MATSUOKA, K., BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Livraria Rural, Campinas-SP, 2001. 754p.

PORTO, M. C. M.; COCK, J. H.; de CADENA, G. G.; PARRA, G. E.; HERNÁNDEZ, A. D. P.. Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 5, p. 557-565, 1989.

ROCHA, J. D. S. COELHO FILHO, M. A.; LEDO, C. A. da S; SANTOS, V. da S.; RIBEIRO, R. N. Produtividade e eficiência de uso de água de clones de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) sob irrigação e em condições de sequeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA**. Salvador: CBM: Embrapa, 2013. 1 CD-ROM.

SANTOS, T. R. **Metodologia de inoculação em plântulas e reação de acessos de mamoeiro a *Phytophthora palmivora* Ilhéus – Bahia**. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2009, 58p. (Dissertação de Mestrado)

SILVA, C. A. D. Prospecção em fitopatogênicos e avaliação de fontes de matéria orgânica sobre a supressividade da podridão radicular da mandioca. Garanhuns: UFRPE, 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola)

SILVA, T. A. da. **Influência da cobertura morta e da adubação com potássio e cálcio no controle da gomose dos citros (*Phytophthora* sp.)**. UFAL/CECA, 2011. 33p. Trabalho de conclusão de curso.

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido. 2007. **Artigo em Hypertexto. Disponível em: [http://www. nutricaoeplantas. agr. br/site/culturas/hortalicas/index. php](http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/culturas/hortalicas/index.php)**. Acesso em 12 de agosto de 2015, v. 30, n. 11, 2011.

VERAS, M. de S. **Resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável na supressividade de *Fusarium* em quiabeiros para a agricultura familiar maranhense** . Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. 2006., 83p.

VERAS, M. de S.; SILVA, A. C. da. Controle biológico como alternativa para a agricultura familiar no maranhão: efeito supressor de fitopatógeno. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, 2007.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. D. S. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 59-85, 2009.

ZAMBON, J. C.. Aspectos toxicológicos de derivados de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, n. 1, 2007.

WONG, L.C.; QUEIROZ AMBRÓSIO, M. M.; SOUZA, N. L. de. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 129-133, 2011.